ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ 12

Ders Kitabı

Yazarlar
Dr. Hülya OLGUN
Dr. Mustafa TOPU
İlyas AKAD
Merve DOĞAN ABDİOĞLU



DEVLET KİTAPLARI
Kitabın Basıldığı Matbaa Adı 2022

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .... : 8877
DERS KİTAPLARI DİZİSİ .... : 1892

Editör
Prof. Dr. Nilgün YENİCE

Dil Uzmanı
Dr. Aylin ÇAKIR

Görsel Tasarımcı
Eyup DUMAN

Program Geliştirme Uzmanı
Mehmet KAÇMAZ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Murat TAŞ

Rehberlik Uzmanı
Melek ÖZDEMİR

Baskı
Matbaa Adı ve Ticari Unvanı
Tel: (000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-6757-6

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 28.11.2022 gün ve 95 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

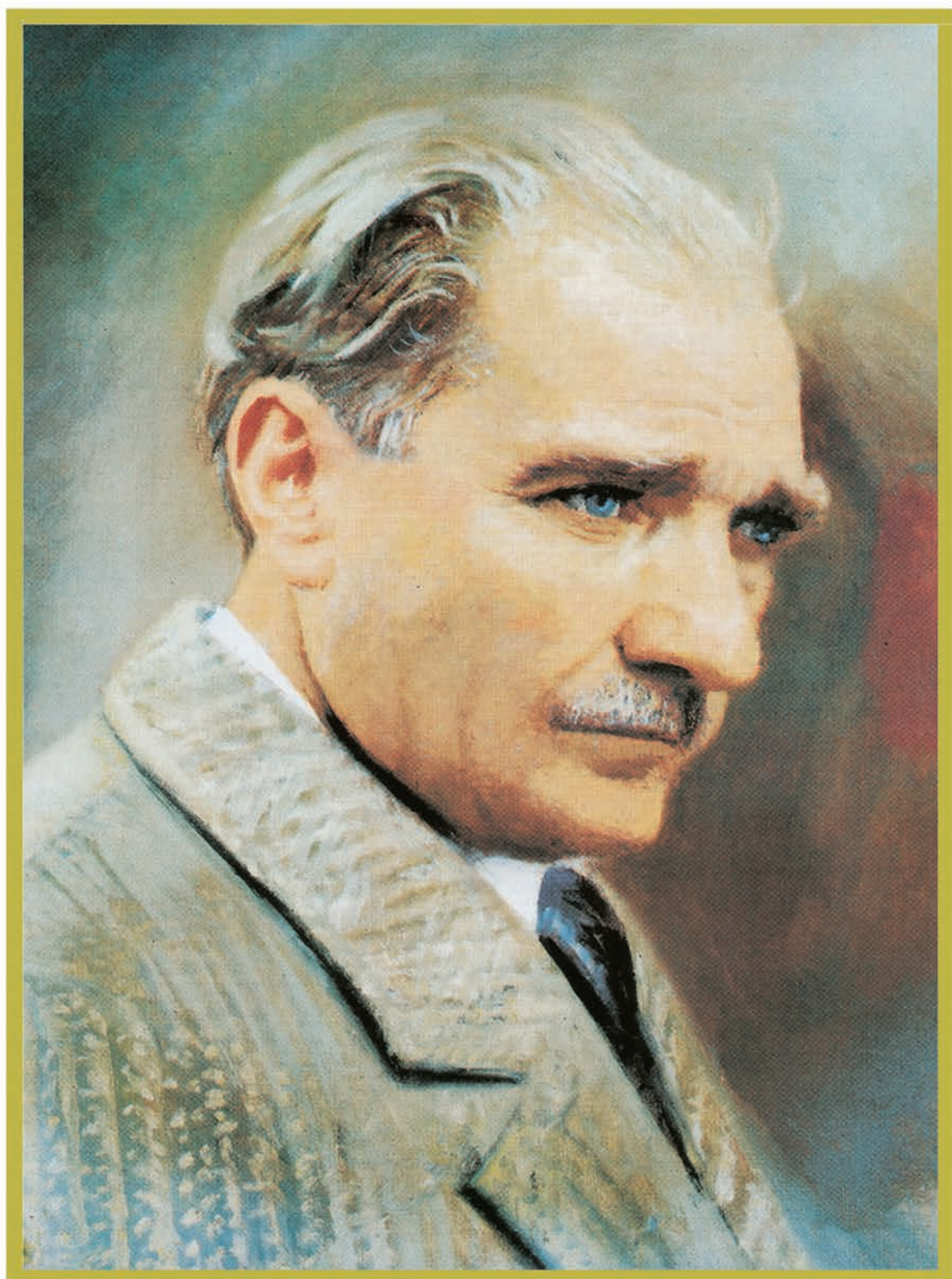
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

GÜVENLİK SEMBOLLERİ

ELDİVEN GİY



Yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. Elin yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.

KORUYUCU GÖZLÜK KULLAN



Deneye başlamadan önce koruyucu gözlük kullanılması gerektiğini belirtir. Koruyucu gözlük kullanılmadan çalışılması göz sağlığına zarar verir.

KORUYUCU ELBİSE GİY



Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin sıçramasıyla elbiselerin aşınmasını önlemek için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olduğunu gösterir.

MASKE KULLAN



Yapılacak işlemde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılması gerektiğini belirtir.

KESİCİ/DELİCİ CİSİM UYARISI



Yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmaların olabileceğini belirtir.

SICAK CİSİM UYARISI



Yapılacak işlemde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.

KIRILABİLİR CAM UYARISI



Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılma ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.

ELEKTRİK UYARISI



Yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini, güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.

PARLAYICI MADDE VEYA YÜKSEK ISI



Yanıcı ve parlayıcıdır. Isıtıldığında yangına neden olabilir. Ateş, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.

EKOTOKSİK (ÇEVREYE ZARARLI) MADDE



Doğaya atıldıklarında uzun süre bozunmadan kalabilen, toprak, su ve hava kirliliği oluşturan maddelerdir. Bu maddeler çöpe atılmamalı veya lavaboya dökülmemelidir.

AŞINDIRICI MADDE



Canlı dokular, kumaş ve metal gibi yüzeylere temas ettiğinde aşındırabilen maddelerdir. Göz ve deriye hasar verdikleri için korunma amaçlı önlemler alınmalıdır.

TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE



Ağız, deri ve solunum yolu ile alındığında zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Teması, solunması, yutulması veya içilmesi hâlinde kesinlikle tıbbi yardım alınmalıdır.

RADYOAKTİF MADDE



Yaydığı radyasyon ile canlı hücrelerde tahribata sebep olan maddelerdir. Dokulara kalıcı hasar verek kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.

OKSİTLEYİCİ MADDE



Yanmaya sebep olan maddelerdir. Yakıcı maddeler ile yanıcı maddeler yan yana bulundurulmamalıdır.

PATLAYICI MADDE



Kıvılcıma, ısınmaya, aleve, vurmaya, çarpmaya ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.

ZARARLI VEYA TAHRİŞ EDİCİ MADDE



Alerjik deri sorunlarına neden olabilir. Göz ve vücuda temasından kaçınılmalıdır. Kapalı ortamda buharı solunmamalı ve çalışırken koruyucu giysi giyilmelidir.

KİTABIN TANITIMI



Ünite karekodunu gösterir.

Ünite numarasını gösterir.

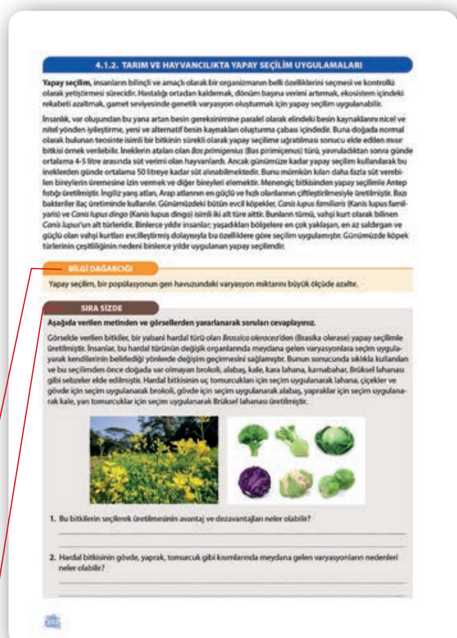
Ünitenin adını gösterir.

Ünitede yer alan bölümleri gösterir.

Ünite içinde neler öğrenileceğini gösterir.

Ünite içeriğine uygun görseli gösterir.

Okutulduğunda üniteye ait sunumu gösteren karekod.



Konu ile ilgili program dışı detaylı bilgileri gösterir.

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak sınıf etkinliğini gösterir.

Bölüm adını gösterir.

Bölümün numarasını gösterir.

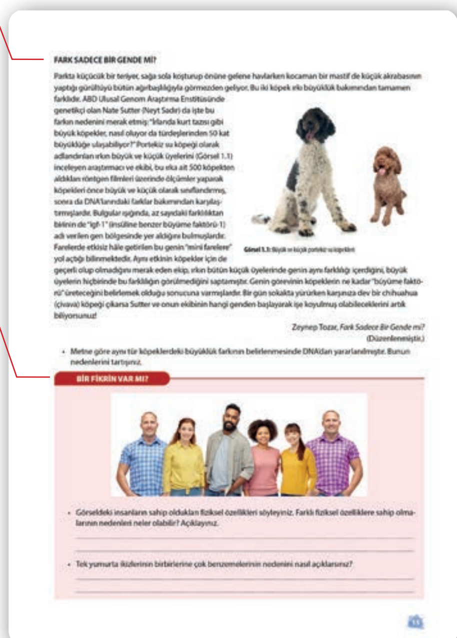
Bölümde içinde neler öğrenileceğini gösterir.



Bölümde içinde geçen anahtar kavramları gösterir.

Bağlam (yaşam) temelli yaklaşım ile bu konuların niye öğrenildiği sorusuna konu öğrenilmeden önce cevap verilmesinin sağlandığı kısmı gösterir.

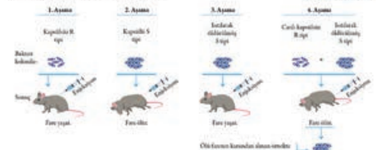
Öğrencinin konu ile ilgili hazır bulunuşluğunu ölçen, yazılı metin ve görselleri anlamlandırma ve yorumlama bölümünü gösterir.



KİTABIN TANITIMI

Bölüm başlığını gösterir.

Kazanım başlığını gösterir.



Konu ile bağlantılı yeni bilimsel bilgileri gösterir.

Bölüm sonu değerlendirme sorularını gösterir.

Konu içeriğine uygun okuma parçasını gösterir.



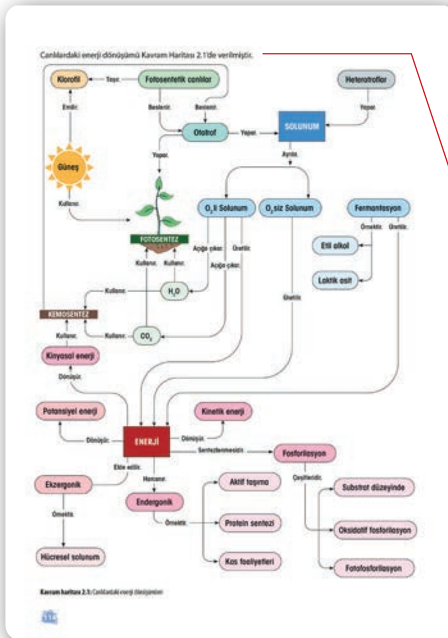
Güvenlik sembollerini gösretir.

Konu içeriğine uygun laboratuvar etkinlikle-rini gösterir.

Okutulduğunda etkinliğe ait formları gösteren karekod.

Konu ile bağlantılı olarak analiz, sentez ve çıkarımda bulunma becerileri kazandıran soruları gösterir.

KİTABIN TANITIMI

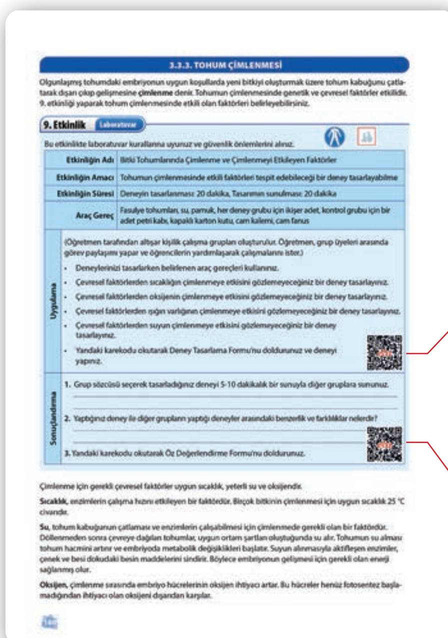


Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak kavram haritasını gösterir.

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak yeni nesil soruları gösterir.

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak ders dışı araştırma konularını gösterir.



Okutulduğunda etkinlik içine konulan deney tasarlama formunu gösreten karekod.

Okutulduğunda etkinlik içine konulan öz değerlendirme formunu gösreten karekod.



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

1. ÜNİTE

GENDEN PROTEİNE

1. BÖLÜM: Nükleik Asitlerin Keşfi ve Önemi

2. BÖLÜM: Genetik Şifre ve Protein Sentezi

Bu ünitede

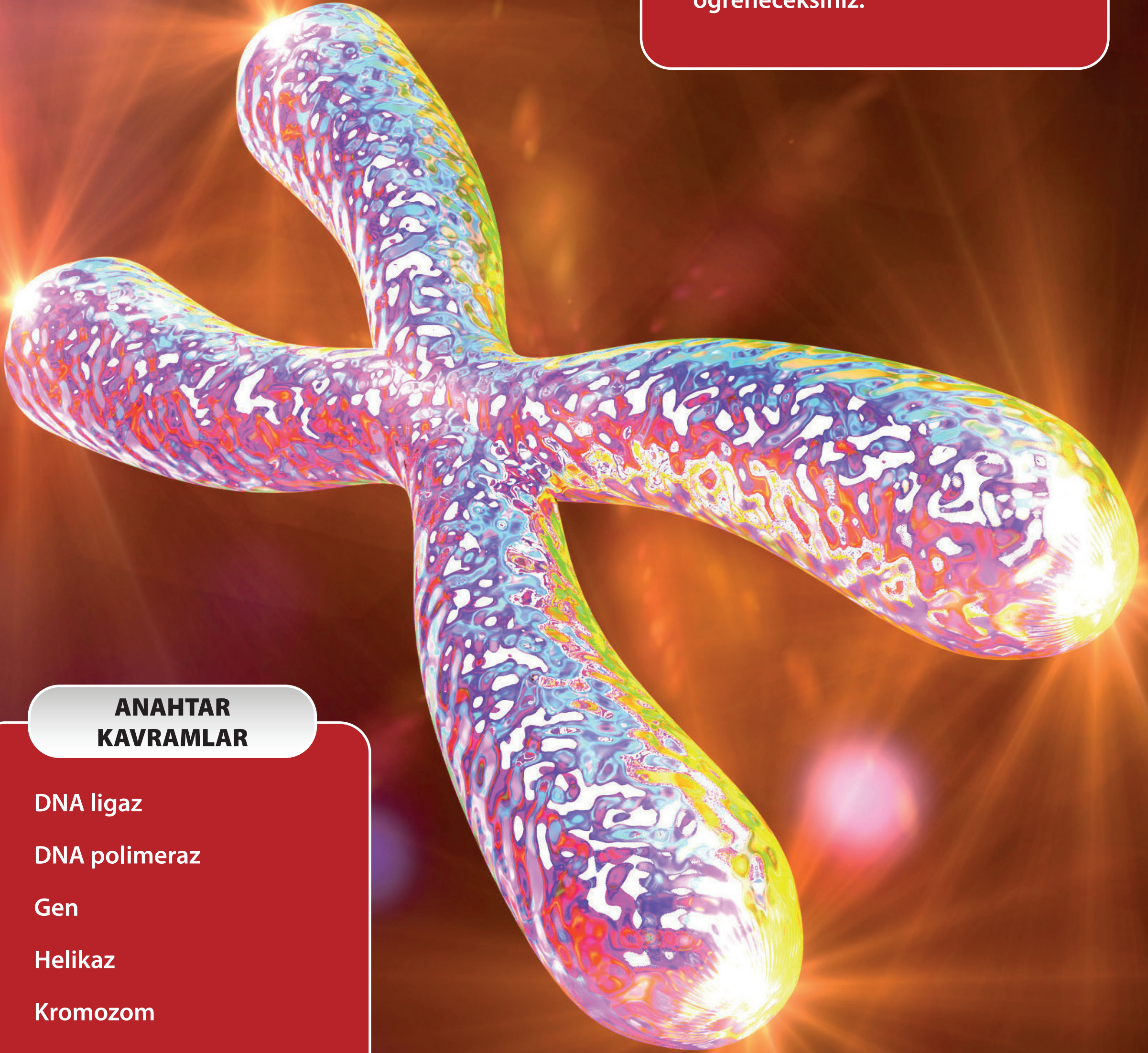
- Nükleik asitlerin keşif sürecini ve hücredeki görevlerini,
- Nükleik asitlerin keşfinin modern biyolojinin temelini oluşturduğunu ve birçok yeni biyoteknolojik çalışmanın önünü açtığını,
- DNA'daki şifrelerin protein olarak nasıl ifade edildiğini,
- Canlıların DNA'larında yapılacak değişikliklerin sonuçlarını,
- Biyoteknolojinin sağlıktan tarıma kadar hayatın her alanında var olduğunu,
- Bilimsel çalışmalarda etik ilkelere uymanın önemini öğreneceksiniz.

1. BÖLÜM

1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

Bu bölümde

- Nükleik asitlerin keşif sürecini,
- Nükleik asitlerin çeşitlerini ve görevlerini,
- Hücredeki genetik materyalin organizasyonunda parça bütün ilişkisini,
- DNA'nın kendini eşlemesini öğreneceksiniz.



ANAHTAR KAVRAMLAR

DNA ligaz

DNA polimeraz

Gen

Helikaz

Kromozom

Nükleik asit

Nükleotit

DNA replikasyonu

FARK SADECE BİR GENDE Mİ?

Parkta küçücük bir teriyer, sağa sola koşturup önüne gelene havlarken kocaman bir mastif de küçük akrabasının yaptığı gürültüyü bütün ağırbaşlılığıyla görmezden geliyor. Bu iki köpek ırkı büyüklük bakımından tamamen farklıdır. ABD Ulusal Genom Araştırma Enstitüsünde genetikçi olan Nate Sutter (Neyt Sadır) da işte bu farkın nedenini merak etmiş: "İrlanda kurt tazısı gibi büyük köpekler, nasıl oluyor da türdeşlerinden 50 kat büyüklüğe ulaşabiliyor?" Portekiz su köpeği olarak adlandırılan ırkın büyük ve küçük üyelerini (Görsel 1.1) inceleyen araştırmacı ve ekibi, bu ırka ait 500 köpekten aldıkları röntgen filmleri üzerinde ölçümler yaparak köpekleri önce büyük ve küçük olarak sınıflandırmış, sonra da DNA'larındaki farklar bakımından karşılaştırmışlardır. Bulgular ışığında, az sayıdaki farklılıktan birinin de "Igf-1" (insüline benzer büyüme faktörü-1) adı verilen gen bölgesinde yer aldığını bulmuşlardır. Farelerde etkisiz hâle getirilen bu genin "mini farelere" yol açtığı bilinmektedir. Aynı etkinin köpekler için de geçerli olup olmadığını merak eden ekip, ırkın bütün küçük üyelerinde genin aynı farklılığı içerdiğini, büyük üyelerin hiçbirinde bu farklılığın görülmediğini saptamıştır. Genin görevinin köpeklerin ne kadar "büyüme faktörü" üreteceğini belirlemek olduğu sonucuna varmışlardır. Bir gün sokakta yürürken karşınıza dev bir chihuahua (çivava) köpeği çıkarsa Sutter ve onun ekibinin hangi genden başlayarak işe koyulmuş olabileceklerini artık biliyorsunuz!



Görsel 1.1: Büyük ve küçük portekiz su köpekleri

Zeynep Tozar, *Fark Sadece Bir Gende mi?*
(Düzenlenmiştir.)

- Metne göre aynı tür köpeklerdeki büyüklük farkının belirlenmesinde DNA'dan yararlanılmıştır. Bunun nedenlerini tartışınız.

BİR FİKRİN VAR MI?



- Görseldeki insanların sahip oldukları fiziksel özellikleri söyleyiniz. Farklı fiziksel özelliklere sahip olmalarının nedenleri neler olabilir? Açıklayınız.

....

....

- Tek yumurta ikizlerinin birbirlerine çok benzemelerinin nedenini nasıl açıklarsınız?

....

....

1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

DNA'nın keşfi, biyoloji bilimi için bir devrim niteliğindedir. Hücrelerdeki genetik bilgiyi taşıyan bir molekül olan DNA'nın keşfinden bu yana hayli yol alınmıştır. Genler üzerinde yapılan araştırmalar ve bu alanda yürütülen büyük projelerin temelinde DNA'nın keşfi bulunmaktadır. DNA'nın yapısı ile ilgili çalışma, 25 Nisan 1953' te makale olarak yayımlanarak bilim dünyası ile paylaşılmıştır. Bu nedenle tüm dünyada 25 Nisan "Dünya DNA Günü" olarak anılmaktadır.

1.1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞİF SÜRECİ

İsviçreli biyokimya uzmanı Friedrich Miescher [Frideriş Mişer (Görsel 1.2)],1869 yılında irin (iltihap) içindeki akyuvarlardan ve sonrasında da balık yumurtalarının çekirdeğinden o zamana kadar bilinmeyen bir maddeyi izole etmiş ve çekirdeğin içinde asit özelliği gösteren bu moleküllere **nüklein** adını vermiştir. Daha sonraları nüklein, özellikleri ve çekirdekte bulunması nedeniyle **nükleik asit** olarak adlandırılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda bu moleküllerin sadece çekirdekte değil ökaryot hücrelerin mitokondri, kloroplast ve ribozomlarında; prokaryot hücreli canlıların ise hücre sitoplazmalarında ve ribozomlarında var olduğu görülmüştür. Miescher'in izole ettiği bu parçanın DNA olduğu daha sonra anlaşılmıştır. Mendel'in çalışmalarında kalıtsal faktör olarak belirttiği genleri de içeren bu materyalin keşfi, modern biyolojinin temelini oluşturmuş ve birçok yeni çalışmanın önünü açmıştır.



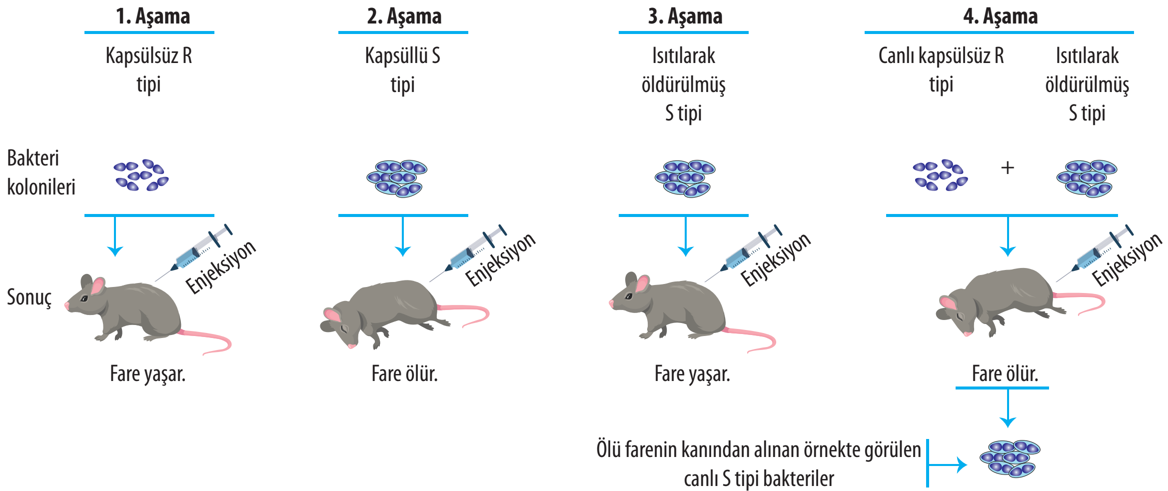
Görsel 1.2: Friedrich Miescher

Nükleik asitlerin kalıtımdaki rolünü kanıtlayan deneylerden biri Frederick Griffith'in [Frederik Grifit (Görsel 1.3)] bakterilerle yaptığı deneydir. 1928 yılında Griffith, bakteriden bakteriye taşınan kalıtsal bir molekül keşfetmiştir. Kalıtım materyalini aktaran maddenin protein olabileceğini ileri sürmüştür. Yaptığı deneyle hücrelerde kalıtsal bilgiyi taşıyan bir molekülün bulunduğunu ortaya koymuş ancak bu molekül hakkında bir açıklama yapmamıştır.



Görsel 1.3: Frederick Griffith

Griffith'in yaptığı deney Görsel 1.4'te verilmiştir.



Görsel 1.4: Frederick Griffith'in *Streptococcus pneumoniae* bakterileri ile yaptığı deney

Griffith, deneyinde *Streptococcus pneumoniae* (Streptokokus pünomonie) bakterilerinin iki formunu kullanmıştır. Bunlar, *S. pneumoniae*'nin zatürreye yol açan (kapsüllü) S tipi ve zatürreye yol açmayan (kapsülsüz) R tipi formlarıdır. Deneyin aşamaları aşağıda verilmiştir.

- Birinci aşamada bir fareye hastalık yapmayan kapsülsüz R tipi bakterileri enjekte etmiştir. Enjeksiyon sonucunda fare yaşamaya devam etmiştir.

- İkinci aşamada hastalık yapan kapsüllü S tipi bakterileri fareye enjekte etmiş ve enjeksiyon sonucunda fare ölmüştür.
- Üçüncü aşamada ise hastalık yapan kapsüllü S tipi bakterileri ısıtarak öldürmüş ve daha sonra bu bakterileri bir fareye enjekte etmiştir. Enjeksiyon sonucunda fare yaşamaya devam etmiştir.
- Dördüncü aşamada hastalık yapan kapsüllü S tipi bakterileri ısıtarak öldürdükten sonra canlı olan R tipi bakteriler ile karıştırmış ve elde edilen bu karışımı bir fareye enjekte etmiştir. Enjeksiyondan sonra beklenen tablonun aksine fareler yaşamını yitirmiştir. Griffith, son deneyinde enjekte ettiği karışım sonucu ölen farenin kanından örnek almış ve farenin kanını incelemiş, bu inceleme neticesinde farenin kanında S tipi bakterilerin varlığını tespit etmiştir.

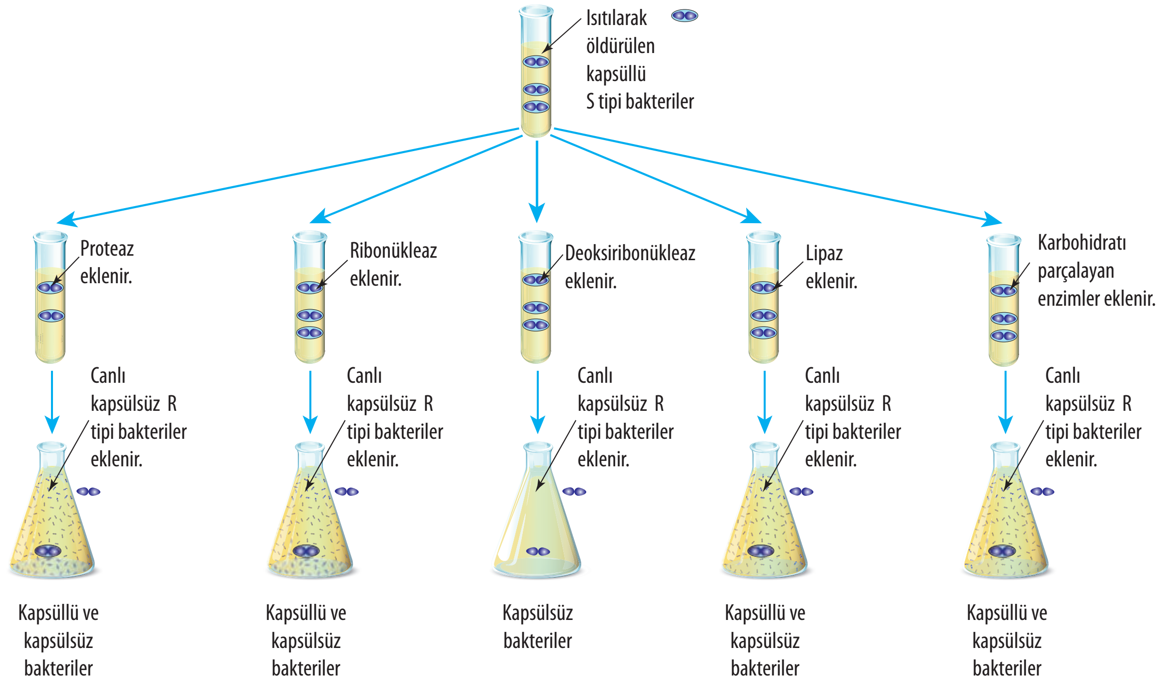
Sonuç: Kapsüllü formun sahip olduğu bir maddenin etkisiyle kapsülsüz formdaki bakterilerin kapsül üretme ve hastalık yapma yeteneği kazandığını göstermiştir. Canlı kapsülsüz *S. pneumoniae*, ölü kapsüllü *S. pneumoniae*'nin ortamdaki parçalanmış DNA'larını bir canlı hücre ya da bakteriyofaj bulunmaksızın hücresinin içine alır ve rekombinant hücreler oluşturarak bu hücreleri hastalık yapıcı hâle getirmiştir.



Görsel 1.5: Oswald Avery

1940'lara kadar kalıtımda rol oynayan molekülün protein olduğu düşünülse de yapılan deneyler kalıtımda rol oynayan molekülün protein değil DNA olduğunu ortaya koymuştur. Griffith'in deneyi, nükleik asitlerin kalıtsal materyal olduğunu ortaya koyan diğer çalışmalara basamak oluşturmuştur. Griffith'in deneyinden yaklaşık 20 yıl sonra Oswald Avery [Asvold Eyvri (Görsel 1.5)], Maclyn McCarty (Maklin Makardi) ve Colin McLeod (Kolin Mekleod) bu dönüştürücü maddenin ne olabileceği konusunda Griffith'in deneylerini biraz daha geliştirmişler ve sonuçta DNA'nın genetik materyal olarak kabul edilmesinin ilk adımını atmışlardır.

Avery'nin arkadaşlarıyla yaptığı deney Görsel 1.6'da verilmiştir.



Görsel 1.6: Oswald Avery'nin arkadaşlarıyla yaptığı deney

Deneyin aşamaları aşağıda verilmiştir.

- Avery ve arkadaşları, deneyde hastalık yapıcı kapsüllü *S. pneumoniae* bakterilerini ısıtarak öldürmüşlerdir.
- Elde ettikleri özütü beş farklı tüpe koyarak protein, RNA, DNA, lipid ve karbohidratı parçalayan enzimlerle bir araya getirmişlerdir.
- Bu tüplere kapsülsüz bakteriler ilave ederek bir dizi deney gerçekleştirmişlerdir.

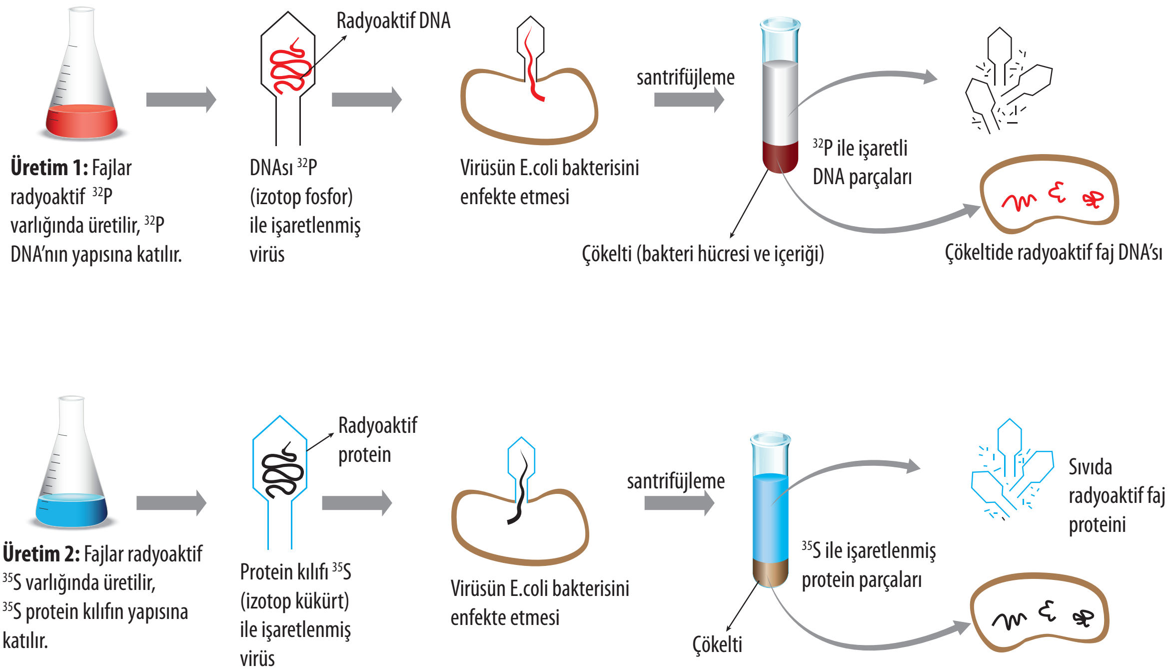
Sonuç: Yalnız DNaz (Deoksiribonükleaz) enzimi eklenen özütteki kapsülsüz bakteriler, ısıtılarak öldürülen kapsüllü S tipi bakterilerin deoksiribonükleaz tarafından DNA'sı parçalanmıştır. Bu nedenle kapsülsüz bakteriler ortamdan DNA parçalarını alamadıklarından kapsül yapma yeteneğini kazanamamışlardır. Diğer tüplerde ise hastalık yapma yeteneğine sahip kapsüllü bakteriler gelişmiştir. Bu çalışma DNA'nın genetik materyal olarak kabul edilmesinin yolunu açmıştır.

Martha Chase (Marta Çeys) ve Alfred Hershey [Alfırıd Hörsi (Görsel 1.7)] kalıtsal maddenin protein olduğunu savunuyorlardı. Bunu kanıtlayabilmek için yeni deneyler yapmaya karar verdiler. Deneylerinde *Escherichia coli* (Eşherşiya koli) bakterisi ve bu bakterinin içinde çoğalan T2 virüsünü kullandılar. Araştırmacılar, bakteriyofajın protein kılıf ve DNA'dan oluştuğu bilgisine sahiplerdi. Bakterinin içine virüs tarafından bir madde gönderildiğini bilmelerine rağmen bu maddenin DNA mı yoksa protein mi olduğunu bilmiyorlardı. Bunu aydınlatmak için bir seri deney yaptılar.



Görsel 1.7: Martha Chase ve Alfred Hershey

Chase ve Hershey'in yaptığı deney Görsel 1.8' de verilmiştir.



Görsel 1.8: Martha Chase ve Alfred Hershey'in yaptığı deney

Deneyin aşamaları aşağıda verilmiştir.

- Chase ve Hershey, deneylerinde DNA'nın fosfor içerip kükürt içermemesi, proteinlerin ise kükürt içerip fosfor içermemesi avantajını kullanmışlardır. Araştırmacılar deneyi iki faj grubu ile gerçekleştirmişlerdir. İlk gruptaki virüslerin DNA'sını işaretleyebilmek için fosforun radyoaktif izotopunu (^{32}P), ikinci gruptaki virüslerin protein kılıfını işaretleyebilmek için de kükürdün radyoaktif izotopunu (^{35}S) kullanmışlardır.
- İşaretlenmiş bakteriyofajları ayrı ayrı *E. coli* bakterileriyle aynı ortama koymuşlar ve bir süre bakteriyofajların bakteri içinde çoğalmasını beklemişlerdir.
- Son aşamada ise tüpleri santrifüjleyerek konsantre hücre içeren çökelti elde etmişler, tüplerin dibindeki çökeltinin ve üstte kalan sıvının radyoaktivitesini ölçmüşlerdir.

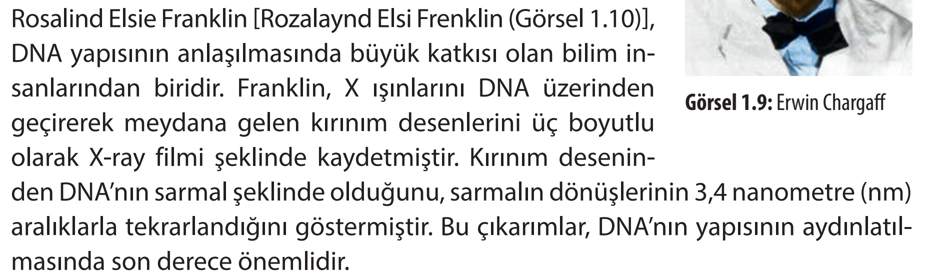
Sonuç: Radyoaktif işaretli fajın protein kılıfının bakterinin dışında, radyoaktif olarak işaretlenmiş fajın DNA'sının ise bakterinin içinde olduğu saptanmıştır. Faj DNA'sı bakteri hücrelerine girmiştir fakat faj proteinleri girmemiştir. Chase ve Hershey, fajın kalıtsal maddesi olarak proteinin değil DNA'nın işlev gördüğü sonucuna varmıştır.

ARAŞTIRINIZ

Yukarıda bahsi geçen bilim insanları hangi özelliklere sahiptir? Çeşitli yazılı ve görsel kaynaklardan araştırıp rapor hâline getiriniz.

DNA'nın kalıtım materyali oluşunun ispatı, yapısının da araştırılması ihtiyacını doğurmuştur. Erwin Chargaff [Ervin Çargaf (Görsel 1.9)], kalıtım materyalinin moleküler yapısını araştıran bilim insanlarından biridir. Chargaff, bir nükleik asit bazı olan sitozinin hücre içindeki miktarının başka bir nükleik asit bazı olan guaninin hücredeki miktarına eşit olduğunu kanıtlamıştır. Yine timin miktarının adenin miktarına eşit olduğunu da göstermiştir.

Görsel 1.9: Erwin Chargaff



Görsel 1.10: Rosalind Elsie Franklin

Rosalind Elsie Franklin [Rozalaynd Elsi Frenklin (Görsel 1.10)], DNA yapısının anlaşılmasında büyük katkısı olan bilim insanlarından biridir. Franklin, X ışınlarını DNA üzerinden geçirerek meydana gelen kırınım desenlerini üç boyutlu olarak X-ray filmi şeklinde kaydetmiştir. Kırınım deseninden DNA'nın sarmal şeklinde olduğunu, sarmalın dönüşlerinin 3,4 nanometre (nm) aralıklarla tekrarlandığını göstermiştir. Bu çıkarımlar, DNA'nın yapısının aydınlatılmasında son derece önemlidir.

Francis Crick (Fransis Krik) ve James Devey Watson'ın [Ceyms Devi Vatsın (Görsel 1.11)], Maurice Wilkins'i (Moris Vilkins) ziyaretlerinde Franklin'in çektiği DNA fotoğrafını görmeleri DNA'nın yapısının aydınlatılmasında dönüm noktası olmuştur. DNA'nın ünlü "çiftli heliks" yapısı ile ilgili bir modeli ileri sürmüşlerdir. Bu model sayesinde DNA'nın kendi etrafında dönen çift sarmal bir yapıya sahip olduğunu, DNA'nın kalıtsal bilgiyi nasıl taşıdığını ve kendini nasıl eşlediğini de açıklayabilmişlerdir. Çalışma 1953 yılında makale şeklinde yayımlanarak bilim dünyası ile paylaşılmıştır. Bu çalışma ile Crick, Watson ve Wilkins 1962 yılında Nobel Tıp Ödülü'nü kazanmışlardır.

Görsel 1.11: Francis Crick ve James Watson

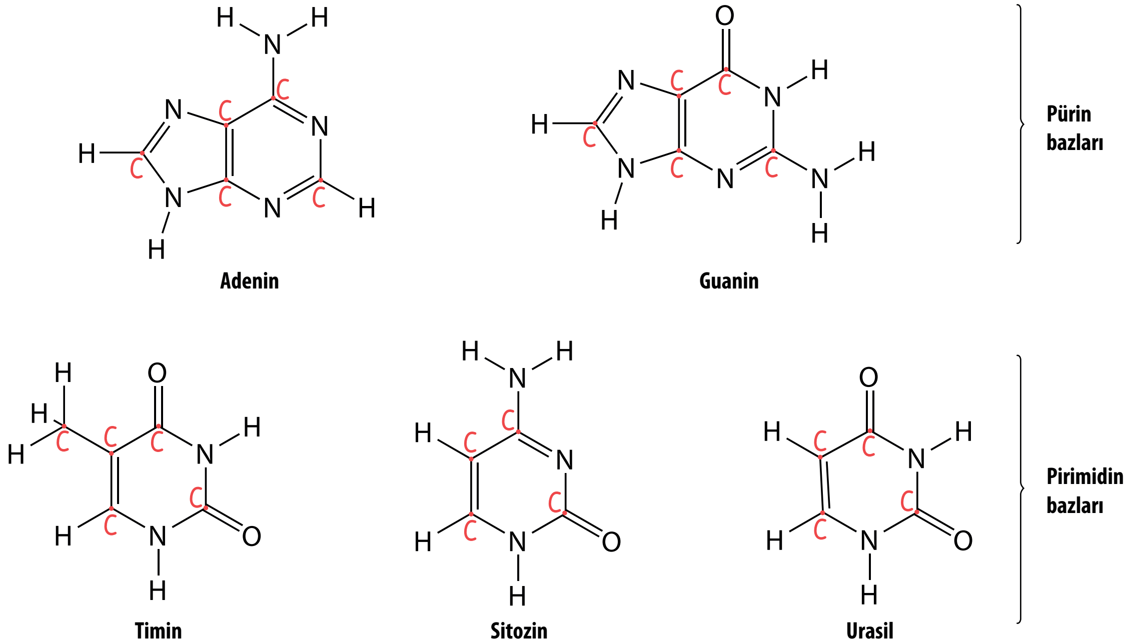
SIRA SİZDE

Nükleik asitlerin keşif sürecinde yapılan çalışmaları özetleyiniz.

1.1.2. NÜKLEİK ASİTLERİN ÇEŞİTLERİ VE GÖREVLERİ

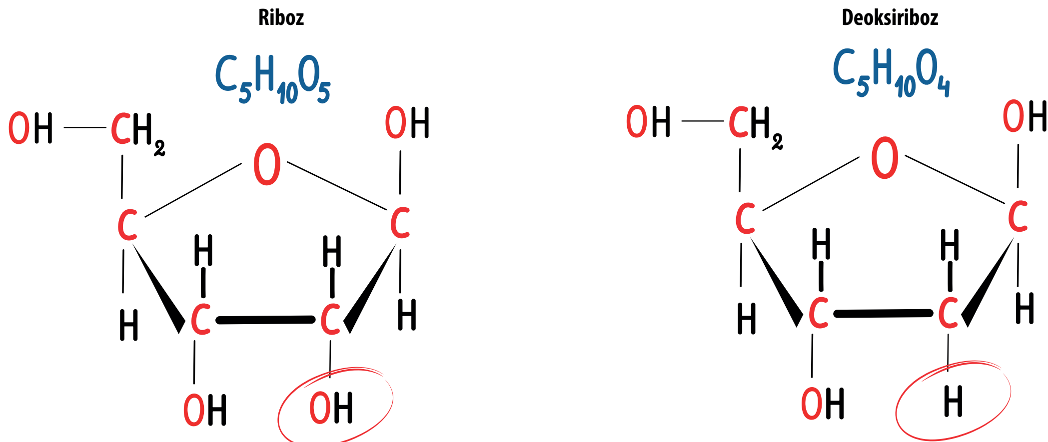
Nükleik asitler, canlılarda metabolik faaliyetleri yöneten moleküllerdir. Nükleik asitler asit özelliğindedir. Nükleik asitlerin, deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA) olarak adlandırılan iki çeşidi vardır. Nükleik asitler; canlıda kalıtsal bilginin depolanması ve transferinde, canlının neslinin devamında iş görürler. Ayrıca hücrelerdeki protein sentezini kontrol ederek hücresel büyümenin, gelişmenin, farklılaşmanın ve bölünmenin kontrolünde de görevlidirler.

Nükleik asitler, **nükleotit** adı verilen yapı taşlarından oluşan uzun zincirli polinükleotitlerdir. Her nükleotit, bir pentoz (beş karbonlu şeker) şekere bağlı azotlu organik bir baz ve fosfat grubundan oluşur. Her nükleik asit, azot içeren beş bazdan dördünü içerir: adenin (A), guanin (G), timin (T), sitozin (C) ve urasil (U). A ve G **pürin bazları** olarak C, T ve U ise **pirimidin bazları** olarak adlandırılır (Görsel 1.12). Pürinler çift, pirimidinler tek halkalı yapıya sahiptir. Tüm nükleik asitler A, C ve G bazlarını içerir. Ancak T, sadece DNA'da bulunurken U ise sadece RNA'da bulunur.



Görsel 1.12: Nükleik asitlerde bulunan pürin ve pirimidin bazları

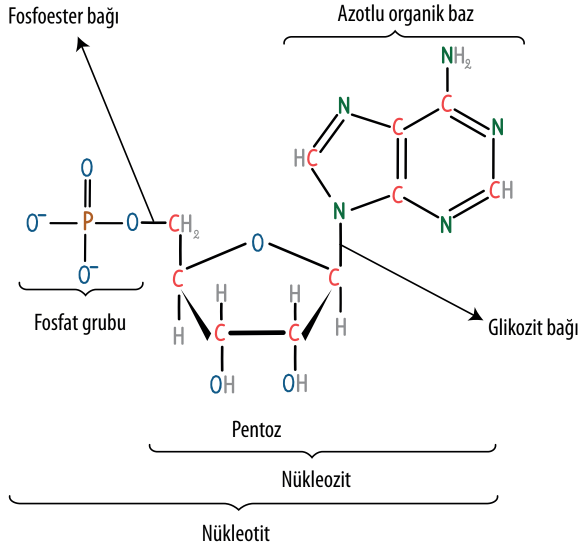
Nükleik asitler taşıdıkları şekere göre adlandırılır. RNA'daki pentoz şeker **riboz**, DNA'daki pentoz şeker **deoksiriboz**dur. Şekerler arasındaki fark, ribozda deoksiriboza göre bir oksijen atomunun fazla olmasıdır (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Nükleik asitlerde bulunan pentoz çeşitleri

Fosfat grubu tüm nükleotit çeşitlerinde aynı yapıda ve ortak olarak bulunur. Fosfat grupları, DNA ve RNA moleküllerin asit özelliği kazanmasını sağlar.

Azotlu organik baz ve beş karbonlu şekerin **glikozit bağı** ile birleşmesiyle oluşan yapıya **nükleozit** denir. Nükleozitlere fosfat grubunun **fosfoester bağları** ile bağlanmasıyla **nükleotit**ler oluşur. Nükleotitler taşıdıkları azotlu organik baz ve şekere göre adlandırılır (Görsel 1.14). Dört çeşidi DNA'da, dört çeşidi de RNA'da olmak üzere sekiz çeşit nükleotit vardır. DNA ve RNA'yı oluşturan nükleotit çeşitleri Tablo 1.1'de gösterilmiştir.



Görsel 1.14: Nükleotidin yapısı

Tablo 1.1: DNA ve RNA'yı Oluşturan Nükleotit Çeşitleri

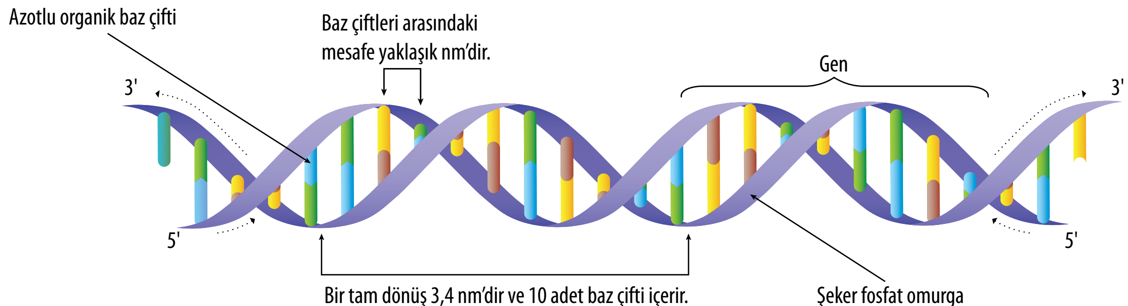
DNA	Adenin deoksiribonükleotit
	Guanin deoksiribonükleotit
	Sitozin deoksiribonükleotit
	Timin deoksiribonükleotit
RNA	Adenin ribonükleotit
	Guanin ribonükleotit
	Sitozin ribonükleotit
	Urasil ribonükleotit

A. DNA

1860'lardan 1953'e kadar yapılan bilimsel çalışmalara bakıldığında DNA'nın yapısı ve görevleri ile ilgili bilgilere adım adım ulaşıldığı söylenebilir.

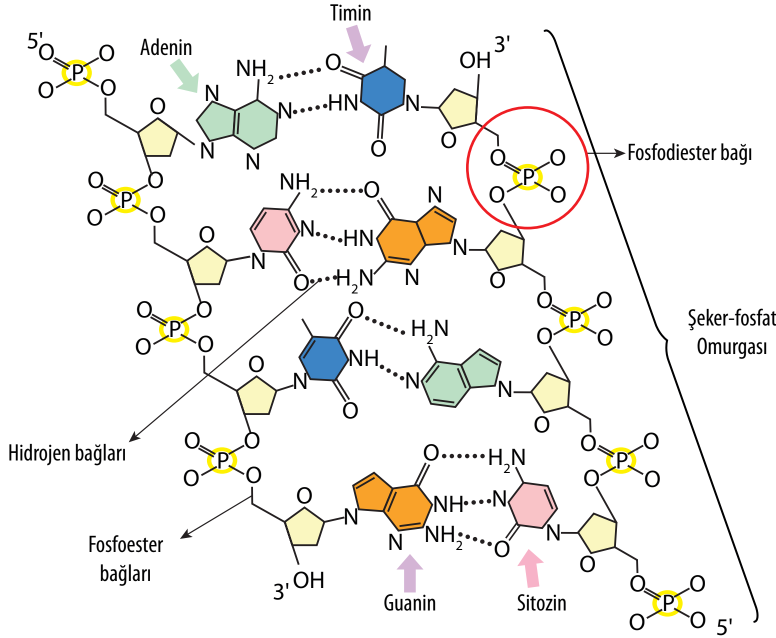
Bu çalışmalar sonucunda DNA'nın hücrede bulunduğu yerler, yapısı ve görevleri hakkında elde edilen bilgiler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- DNA ökaryot hücrelerde çekirdekte, mitokondride ve kloroplastlarda; prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada bulunur.
- DNA molekülü, kalıtsal bilgiyi taşır ve bu bilginin yavru hücrelere aktarılmasını sağlar.
- Protein sentezini ve hücredeki metabolik olayları yönetir.
- Her DNA zinciri, nükleotit adı verilen birimlerden oluşan bir polinükleotittir.
- DNA molekülü, çift sarmal olarak bilinen iki zincirden oluşur.
- Bir DNA sarmalının yaklaşık nanometre (1nm = 10^{-6}mm), iki nükleotit arası mesafe 0,34 nm ve bir tam sarmalın boyu 3,4 nm'dir. Bir tam sarmalda 10 nükleotit bulunur (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: DNA'nın çift zincirli sarmal yapısı

- Özgül bir nükleotit dizisinden meydana gelmiş kalıtsal bilgiyi taşıyan DNA birimine **gen** adı verilir.
- DNA molekülünü oluşturan iki zincirin deoksiriboz şekerleri birbirine ters şekilde konumlanmıştır. DNA'nın iki zincirinden birinin sonunda yer alan deoksiribozun beşinci karbonuna fosfat bağlıdır. Fosfatın bağlı olduğu bu uç **5' (5 üssü)** olarak adlandırılır. Aynı zincirin diğer ucundaki deoksiribozun üçüncü karbonunda hidroksil grubu bulunur. Hidroksil grubunun bulunduğu bu uca ise **3' (3 üssü)** denir. Bir zincir, 3' ucundan 5' ucuna doğru yönelim gösterirken karşısındaki zincir 5' ucundan 3' ucuna doğru yönelim gösterir. Zincirlerin bu şekilde konumlanmasından dolayı DNA'nın zincirleri **antiparalel** olarak nitelendirilir. Birbirine zıt uzanan bu iki zincir birbirinin tamamlayıcısıdır.
- DNA'da eşleşme her zaman pürin ve pirimidin bazları arasında gerçekleşir. Böylece iki zincir arasındaki uzaklık sabit tutulur. Sitozin ve guanin arasında üç hidrojen bağı, adenin ve timin arasında iki hidrojen bağı vardır.
- DNA molekülünde azotlu bazların (A, T, C ve G) miktarları birbirine eşit değildir. Ancak her zaman A miktarı T miktarına, C miktarı G miktarına eşittir.
- DNA'da her zincir, şeker (deoksiriboz) ve fosfat gruplarından oluşan bir omurgaya sahiptir. Bu omurgada bulunan birinci nükleotidin pentozunun 3' karbon atomundaki hidroksil grubu ve ikinci nükleotidin pentozunun 5' karbon atomundaki fosfat grubu arasında 1 mol su çıkışı ile **fosfodiester bağı** oluşur (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: DNA'nın çift zincirli antiparalel yapısı

BİLGİ DAĞARCIĞI

DNA'nın çift sarmalının fiziksel dayanıklılığı hidrojen bağları ile sağlanır. G+C sayısı A+T sayısından fazla olan DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha yüksek olur.

- Toplam hidrojen bağı sayısı = (Ax2) + (Gx3)
- A / T = 1 G / C = 1
- Pürinler / Pirimidinler = 1
- Fosfat / Şeker = 1
- Toplam nükleotit sayısı = Toplam şeker sayısı = Toplam fosfat sayısı
- Bir tür için A + T / G + C oranı hemen hemen sabittir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji,s. 86-87).

1. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.






Etkinliğin Adı	DNA'nın İzolasyonu
Etkinliğin Amacı	DNA'yı nitel olarak gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	20 dakika
Araç Gereç	Muz, kolonya, su, 1 adet temiz cam beher, 1 adet su bardağı, tuz, bulaşık deterjanı, süzgeç kâğıdı, kilitli naylon poşet, kürdan, çay kaşığı, huni

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Muzu küçük parçalara ayırınız.
- Muz parçalarını kilitli poşet içine koyunuz ve poşetin ağzını iyice kapatınız.
- Poşetin içindeki muzu ezerek püre hâline getiriniz.
- Yarım su bardağı suya 2 çay kaşığı bulaşık deterjanı ve yarım çay kaşığı tuz ilave ediniz.
- Karışımı, içindeki tuz çözünene kadar yavaş yavaş karıştırınız.
- Hazırladığınız çözeltinin yaklaşık yarısını poşetteki muz püresinin içine ekleyiniz.
- Poşetteki karışımı elinizle ezerek çözeltinin muz püresiyle iyice karışmasını sağlayınız.
- Süzgeç kâğıdını huninin içine yerleştiriniz ve hazırladığınız karışımı süzgeç kâğıdının içine dökünüz.
- Karışımın süzgeç kâğıdından geçerek beherin içinde toplanmasını sağlayınız.
- Beheri 45° eğerek hazırladığınız karışım miktarına eşit miktarda kolonyayı behere ekleyiniz.
- Karışımın içinde oluşan beyaz köpüksü kısımlar, açığa çıkan DNA'yı gösterir.
- Yarı şeffaf renkte ipliksi şekildeki DNA'yı bir kürdan yardımıyla karışımın içinden alarak gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Deney sonucunda elde ettiğiniz DNA'yı fiziksel olarak tanımlayınız.

....

....

....

2. Bu deneyden nasıl bir sonuç çıkardınız? Açıklayınız.

....

....

....

3. DNA çıkarma deneyini başka hangi yiyeceklerle yapabilirsiniz? Neden?

....

....

....

4. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

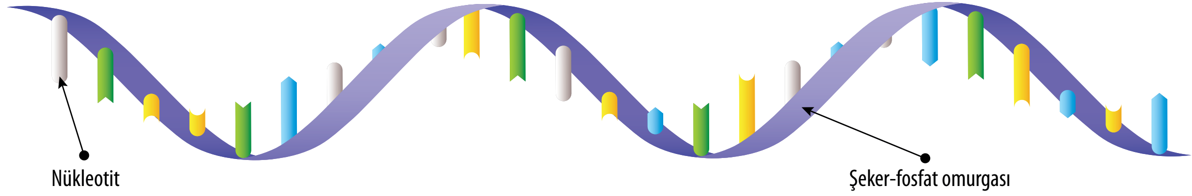


B. RNA

RNA'nın varlığı 1930'lu yıllarda bilinmesine rağmen protein sentezindeki görevi 1950'li yıllarda aydınlatılmıştır.

RNA'nın hücrede bulunduğu yerler, yapısı ve görevleri hakkında elde edilen bilgiler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Ribonükleik asit (RNA) nükleotitlerden oluşan polimer yapıya sahip tek zincirli bir nükleik asittir (Görsel 1.17). Her nükleotitte adenin, guanin, sitozin ve urasil bazlarından biri ile fosfat ve riboz şekeri vardır. RNA oluşurken bu bazları içeren dört çeşit nükleotit, fosfodiester bağlarıyla birbirine bağlanır.



Görsel 1.17: RNA'nın tek zincirli yapısı

- RNA ökaryot hücrelerde çekirdekte, sitoplazmada, ribozomun yapısında, mitokondride ve kloroplastlarda; prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada ve ribozomun yapısında bulunur.
- RNA -rRNA ve tRNA'ların yapısında bulunan çift zincirli bölgeler hariç- tek zincirli hâlde bulunur. RNA'lar kendi üzerinde katlanan üç boyutlu yapılar oluşturabilir (mRNA hariç). RNA'daki bu katlanmalar hidrojen bağları sayesinde gerçekleşir. Bu katlanmalar RNA'lara yapısal ve işlevsel özellikler kazandırır.
- RNA, DNA gibi kendini eşleyemez ve onaramaz. Bu nedenle bazı RNA virüsleri hariç RNA çeşitleri, DNA üzerinde yer alan anlamlı şifrelere (gen) göre sentezlenir.
- Tüm prokaryot ve ökaryot hücrelerde üç çeşit RNA vardır ve hepsi protein sentezinde, hücredeki yaşamsal olayların yönetiminde DNA ile birlikte görev alır.

a) Mesajcı RNA (mRNA)

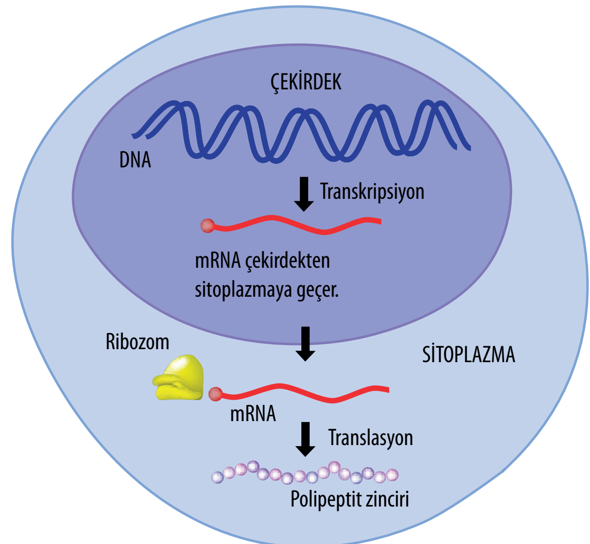
DNA'daki genetik bilginin proteine çevrilmesine aracılık eden RNA'dır. Protein sentezine kalıplık ettiği için bu RNA'ya **mesajcı RNA** adı verilmiştir.

mRNA, hücrede miktarı en az olan RNA çeşididir. Hücredeki toplam RNA'ların sadece %5'ini oluşturur. Hücrede mRNA çeşidi sayısı, sentezlenen protein çeşidi sayısı kadardır. Hücrede ihtiyaç duyulan protein sentezlendikten sonra mRNA yıkılır. İhtiyaç hâlinde DNA'dan ilgili mRNA sentezlenir. Bir proteine çok ihtiyaç varsa mRNA birkaç kez kullanılabilir.

Ökaryot hücrelerde DNA, hücre çekirdeğinde bulunur. Ancak DNA'da bulunan bilgiye göre protein sentezlenebilmesi için bu bilginin çekirdekten dışarı çıkması gerekir. mRNA, DNA'dan aldığı bilgiyi sitoplazmaya taşıyarak ribozoma bağlanır. Polipeptit sentezi için kalıp görevi görür (Görsel 1.18).

mRNA sentezi sırasında DNA'nın iki zincirinden sadece biri kalıp olarak kullanılır. DNA'nın şifre veren zincirindeki genetik şifreye göre mRNA, bu zincirin karşıtı olarak sentezlenir. Sentez sırasında DNA'daki adeninin karşısına mRNA'da urasil gelir. Böylece mRNA, DNA'dan genetik bilgiyi almış olur.

mRNA'daki nükleotit dizilimi; sentezlenecek proteinin amino asitlerinin çeşidini, sırasını ve sayısını belirler. mRNA'da üçlü baz dizilimlerine **kodon** denir.

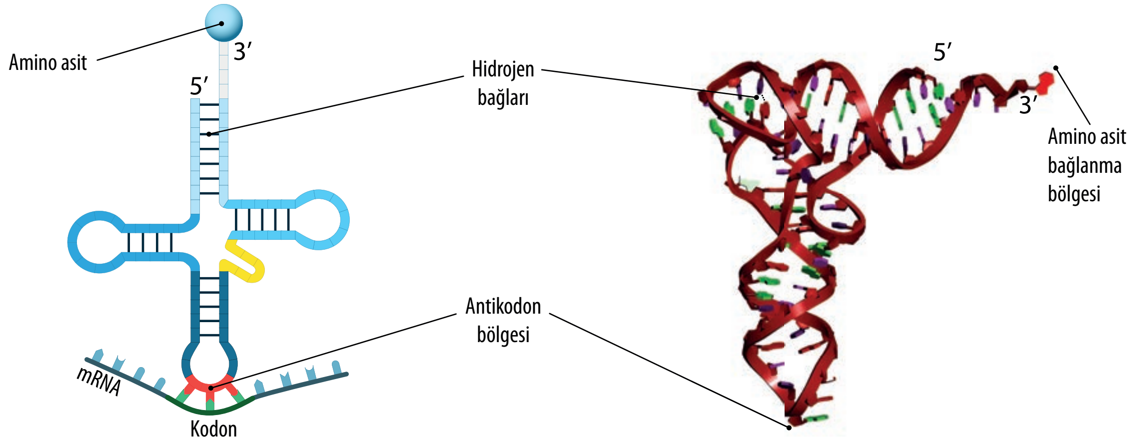


Görsel 1.18: Ökaryot hücrelerde bilgi akışı

b) Taşıyıcı RNA (tRNA)

Taşıyıcı RNA, protein sentezi sırasında aktifleşmiş amino asitleri ribozomlara taşır. tRNA'lar hücredeki toplam RNA'nın %15'ini oluşturur. Canlı yapısında bulunan 20 çeşit amino asidin her birine özgü en az bir tRNA vardır. Bu nedenle protein sentezinde 20 çeşit amino asidi ribozomlara taşıyan en az 20 çeşit tRNA vardır. Aynı amino asidin taşınmasında birden fazla çeşit tRNA molekülü görev yapar. tRNA'lar protein sentezi sırasında tekrar tekrar kullanılabilir. Yapısı bozulan tRNA'lar parçalanır ve yeniden oluşur.

Tek zincir hâlinde sentezlenen birincil yapıdaki tRNA, kendine özgü katlanmalar yaparak çift zincirli yonca yaprağına benzeyen ikincil yapıyı oluşturur. İkincil yapının oluşmasında karşılıklı gelen nükleotitler arasındaki hidrojen bağları rol oynar. İkincil yapının tekrar kendine özgü katlanmasıyla üçüncül yapı meydana gelir. Üçüncül yapının oluşmasında yine hidrojen bağları görevlidir. Katlanmalarla L harfi görünümünde olan üçüncül yapının 3' ucu amino asidin bağlanma yeriyken L'nin diğer ucundan uzanan bölge antikodonu içerir. tRNA'da mRNA'daki kodonlara karşılık gelen üçlü baz dizilerine **antikodon** denir (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: tRNA'nın sırasıyla ikincil ve üçüncül yapısı

c) Ribozomal RNA (rRNA)

rRNA ribozomun yapısında yer alır. Her hücrede çok sayıda ribozom bulunduğu için rRNA, hücrede en çok bulunan RNA çeşididir. rRNA, hücredeki toplam RNA'ların %80'ini oluşturur. Ökaryot hücrelerde rRNA çekirdekçikteki DNA üzerinden sentezlenir. Sentezlenen rRNA'lar proteinlerle birleşerek ribozomun alt birimlerini oluşturur. Yapımı tamamlanan ribozom alt birimleri, çekirdek porlarından sitoplazmaya geçer. mRNA, alt birimlere bağlandığında işlevsel hâle gelir. rRNA enzim gibi davranarak amino asitler arasında peptit bağı kurulmasında görev alır ve polipeptit sentezinin gerçekleşmesini sağlar. Protein sentezinin fazla görüldüğü hücrelerde rRNA, ribozom ve çekirdekçik sayısı da fazladır.

ARAŞTIRINIZ

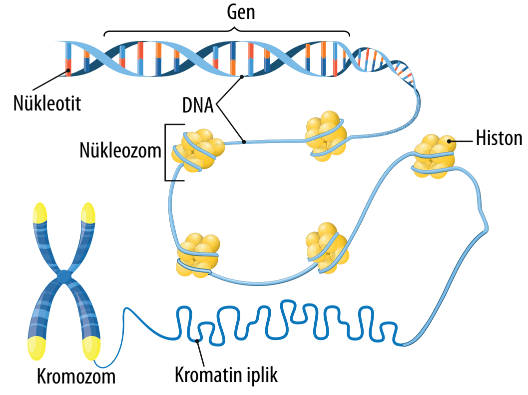
Nükleik asit çeşitleri ve nükleik asitlerin görevleri ile ilgili araştırma yaparak sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1.3. HÜCREDEKİ GENETİK MATERYALİN ORGANİZASYONU

Hücredeki genetik materyalin organizasyonunu açıklamada gen, DNA, kromatin ve kromozom ilişkisi önemlidir.

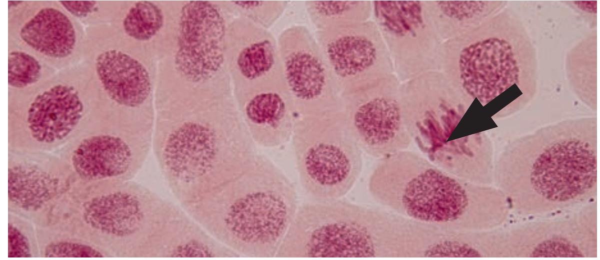
Gen bir polipeptidi ya da bir RNA molekülünü üretmek üzere ifade edilebilen DNA parçasıdır. Genler, birkaç bin nükleotitten oluşabildiği gibi milyonlarca nükleotitten de oluşabilir. Genler bilgi depolayabilir. Gen, bir DNA parçası olduğuna göre DNA replikasyonu ile kopyalanabilir ve bu kopyalama sayesinde de yeni hücrelere aktarılabilir. DNA üzerinde bulunan genlerin ifadesi; protein, mRNA, rRNA ve tRNA'dır. Bu ürünler, hücredeki metabolik faaliyetleri kontrol eder. Genler değişikliğe uğrayabilir. Genlerin değişikliğe uğramasına **gen mutasyonu** denir. Bir gendeki mutasyon; replikasyon sırasında yanlış baz eşleşmesi, karşılıklı nükleotit çiftinin yer değiştirmesi, yeni bir nükleotit çiftinin eksilmesi ya da eklenmesi şeklinde gerçekleşebilir.

DNA, hücre döngüsünün interfaz safhasında kromatin şeklinde bulunur. **Kromatin**, ökaryotlarda DNA ve histon proteinlerden meydana gelmiş yapıdır. Bazı arkeler hariç prokaryotlar histonlarla veya histon benzeri proteinlerle ilişkili olmayan DNA'ya sahiptir. Ökaryotlarda bir DNA ipliği, sekiz histondan oluşan bir kümenin etrafında iki kez dolanarak bir nükleozom oluşturur (Görsel 1.20). Bu nükleozomlar, bir zincire dizilen boncuklar gibi birbirine bağlanır.



Görsel 1.20: Hücredeki genetik materyalin organizasyonu

Kromozom, hücre döngüsü sürecinde kromatinin kısalıp kalınlaşmasıyla oluşan yapıdır; bakteri kromozomu bir adet halkasal çıplak DNA molekülünden oluşur. Ökaryotların her bir kromozomu ise doğrusal bir tane DNA molekülü ve onunla ilişkili protein moleküllerinden oluşur. Hücre bölünmesinin **Metafaz safhası**, kromozomların en belirgin görüldüğü safhadır (Görsel 1.21).


Görsel 1.21: Soğan kök ucu hücrelerinde metafaz safhası


Görsel 1.22: Aynı kromozom sayısına sahip canlılar

BİLGİ DAĞARCIĞI

Hücrelerde DNA'daki hataları onaran özel enzimler bulunur, bu sayede hücrelerdeki hata oranı oldukça düşüktür. DNA polimeraz, DNA onarımında görev yapan enzimlerden biridir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 327).

2. Etkinlik Laboratuvar




Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Kromozomun Modellenmesi
Etkinliğin Amacı	Parçadan bütüne genetik materyalin organizasyonunu modelleyebilme.
Etkinliğin Süresi	20 dakika
Araç Gereç	İki adet üçer metre uzunluğunda ve farklı renkte bakır tel, 40 adet boncuk

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- **Birinci aşama:** Farklı renkteki telleri birbiri üzerinde kıvırınız.
- **İkinci aşama:** Kıvırdığınız teli boncuğun içinden geçiriniz ve boncuğun üzerine teli iki kez sarmal yapacak şekilde dolayınız. Aynı işlemi belirli aralıklarla tekrar ediniz.
- **Üçüncü aşama:** Boncuk ve kablolardan yaptığınız modeli kendi üzerinde sarmal şekilde bükünüz.

Sonuçlandırma

1. Birinci aşamada hazırladığınız modelin yapısında hangi moleküller vardır? Bu moleküllerin görevleri nelerdir?

....

....

2. Birinci aşamada neden farklı renk teller kullanarak telleri birbiri üzerine kıvırdınız? Açıklayınız.

....

....

3. Üçüncü aşamada hazırladığınız model ile ilgili bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

....

....

4. Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanarak farklı bir kromozom modeli tasarlayınız. Tasarladığınız modeli önce çiziniz sonra bu modeli prototip hâline getiriniz.



5. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

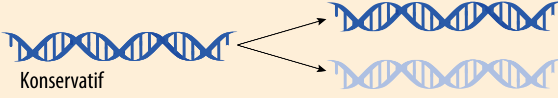
1.1.4. DNA REPLİKASYONU

DNA, kalıtsal özelliklerin aktarılmasından sorumlu moleküldür. Sağlıklı hücrelerde DNA, hücre bölünmesiyle değişikliğe uğramadan yavru hücrelere eşit olarak aktarılır. Bu nedenle hücre bölünmesinden önce DNA miktarı iki katına çıkar. DNA'nın eşlenerek bir kopyasının oluşturulmasına **replikasyon** denir. Replikasyon, hücre döngüsünün interfaz safhasında gerçekleşir.

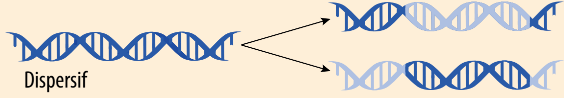
BİLGİ DAĞARCIĞI

"DNA kendini nasıl eşler?" sorusu bilim insanları tarafından deneylerle açıklanmaya çalışılmıştır. Bu sorunun cevabını bulmak için bazı modeller ileri sürülmüş ve bu modellerin açıklamaları aşağıda verilmiştir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.321-322).

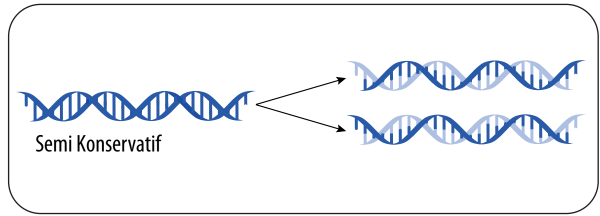
Konservatif (Korunumlu) Model: Atasal DNA, yeni zincirler için kalıp rolü oynadıktan sonra tekrar bir araya gelir.



Dispersif (Parçalı) Model: Yeni zincirler, eski ve yeni DNA parçalarının karışımını içerir.

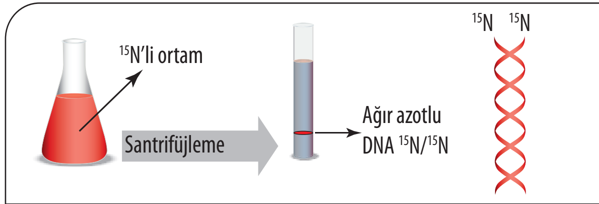


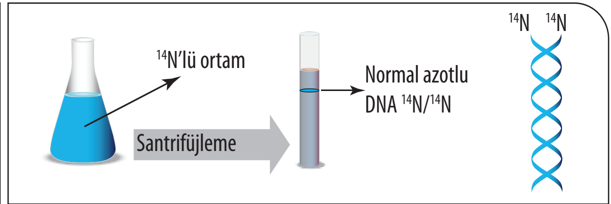
Semi Konservatif (Yarı Korunumlu) Model: Atasal DNA zinciri birbirinden ayrılır ve her birinin karşısına tamamlayıcı yeni zincir sentezlenir (Görsel 1.23).

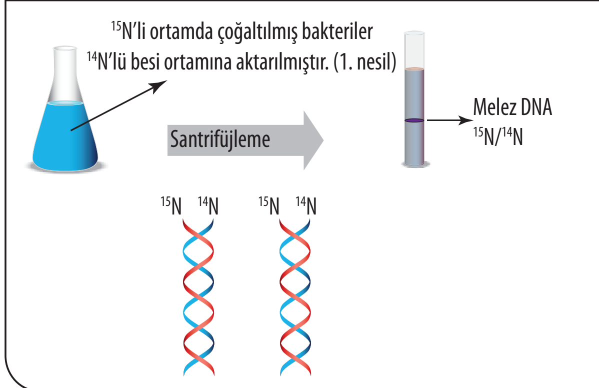


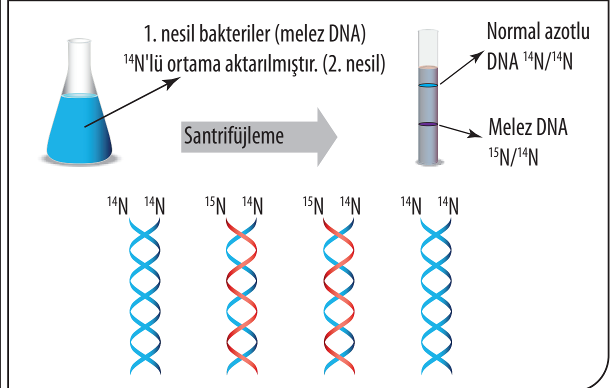
Görsel 1.23: DNA'nın kendini nasıl eşlediği ile ilgili modeller

Matthew Melson (Methıv Melsın) ve Franklin Stahl'ın (Frenklin Sıtal) DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlemesi ile ilgili hipotezi test etmek amacıyla yaptıkları deney Görsel 1.24'te verilmiştir.









Görsel 1.24: Melson ve Stalh'ın DNA'nın yarı korunumlu olarak eşlendiğini kanıtlayan deneyi

Deneyin aşamaları aşağıda verilmiştir.

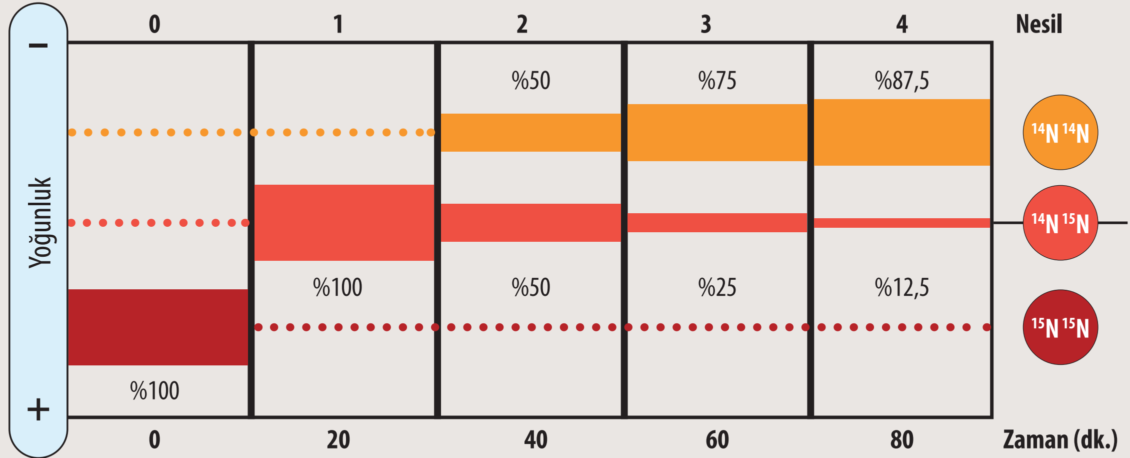
- Melson ve Stahl, yaptıkları deneyde ^{14}N ve ^{15}N içeren besi ortamı ve *E. coli* bakterisini kullanmışlardır. ^{14}N normal azot, ^{15}N azotun ağır izotopudur. Araştırmacılar, *E. coli* bakterilerini bu besi yerlerinde ayrı ayrı birkaç nesil boyunca çoğaltmışlar ve ^{14}N ile ^{15}N'li ortamda çoğalan bakterilerin DNA'larını ayırarak santrifüjlemişlerdir. Yoğunluklarının farklılığı nedeniyle deney tüpünde oluşan bantları gözlemlemişlerdir. ^{15}N ile işaretlenmiş ağır DNA, deney tüpünün alt kısmında bir bant oluştururken ^{14}N ile işaretlenmiş normal DNA ise deney tüpünün üst kısmında bir bant oluşturmuştur. Melson ve Stahl, bu tüplerde oluşan bantları deneylerde oluşacak bantlarla karşılaştırmak için kullanmışlardır.
- ^{15}N'li ortamda çoğaltılmış bakterileri ^{14}N'lü besi ortamına aktarmışlardır. İlk DNA replikasyonundan sonra ^{14}N'lü besi ortamından DNA'yı ayırarak santrifüj edildiğinde deney tüpünde hibrit (melez) bir bant (^{14}N'lü ve ^{15}N'li) oluşmuştur.

- Birinci nesil bakterilerin ^{14}N içeren ortamda çoğaltılması sağlanmıştır. Elde edilen ikinci nesil bakterilerin DNA'ları santrifüj edilmiştir. Bantlaşmanın tüpün ortasında ve üstünde olduğu gözlenmiştir. Bu deneyle semi konservatif (yarı korunumlu) model desteklenmiştir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki grafikte DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlemesi ile ilgili olarak 0. zaman aralığından farklı bir ortama bırakılan ve bu ortamda dört kez bölünmesi sağlanan bakterilerin içerdikleri azot oranlarının sonuçları verilmiştir.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.



1. 0. zaman aralığında bakteriler hangi azotlu besi yerinde çoğaltılmıştır?

....

....

2. İkinci nesil bakterilerin % kaçı normal azotlu DNA taşır?

....

....

3. Bakteri kültüründe nesiller boyunca çoğaltılan normal azotlu DNA'nın oranı artarken ağır azot taşıyan DNA oranı azalmaktadır. Bu değişimin nedenini açıklayınız.

....

....

4. Dördüncü nesilde oluşan bakterilerin kaç tanesinde ağır azot taşıyan DNA zincirine rastlanır? Gerekçesini yazınız.

....

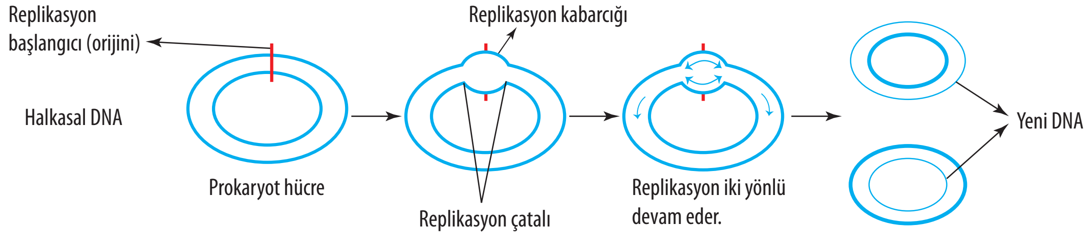
....

DNA Replikasyonu Nasıl Gerçekleşir?

DNA replikasyonu çok sayıda enzimin rol oynadığı bir olaydır. DNA'nın kendini eşleyebilmesi için ortamda adenin, guanin, sitozin ve timin deoksiribonükleotitlerinin; DNA polimeraz, DNA ligaz, helikaz enziminin; RNA primerlerinin ve DNA polimerazı aktifleştirmek için magnezyum (Mg) iyonlarının olması gerekir. Burada belirtilen enzimlerin dışında başka enzimler de DNA'nın replikasyonunda görevlidir. Ancak burada üç enzimin görevinden söz edilecektir.

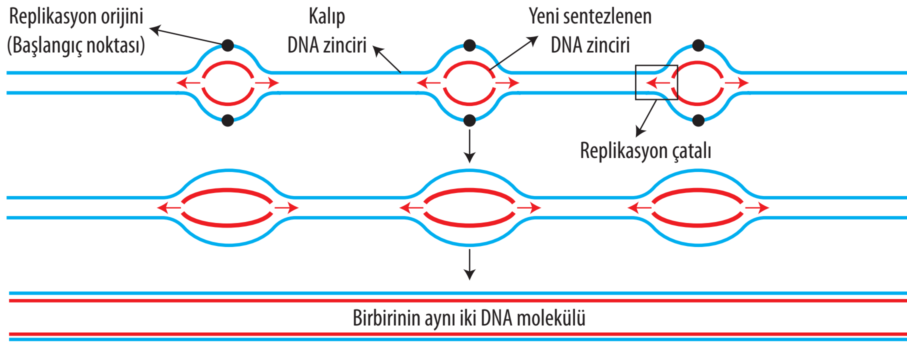
Bir DNA molekülünün replikasyonu, replikasyon orijinleri denen özel bölgelerde başlar. **Replikasyon orijini** DNA'nın özel nükleotit dizilimine sahip bölgeleridir. Replikasyonu başlatan enzimler bu bölgeleri tanır.

Prokaryot hücrelerde bulunan halkasal DNA'da bir replikasyon orijini vardır. Bu bölgeyi tanıyan enzimler iki zinciri birbirinden ayırır. Bu bölgede oluşan kabarcığın iki yanında replikasyon çatalı oluşur. Bu noktalardan her iki yöne doğru tüm DNA kopyalanıncaya kadar replikasyon devam eder (Görsel 1.25).



Görsel 1.25: Prokaryotlarda replikasyon

Ökaryot hücrelerde DNA, yüzlerce hatta binlerce replikasyon orijini içerebilir. Bakterilerde olduğu gibi ökaryotlardaki DNA replikasyonu, her replikasyon orijininden her iki yöne doğru ilerler. Her bir replikasyon kabarcığının iki ucunda replikasyon çatalı vardır. Dolayısıyla çok sayıda replikasyon kabarcığı oluşur. Her kabarcık içinde DNA zincirleri yarı korunumlu olarak sentezlenir (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Ökaryotlarda replikasyon orijini

DNA replikasyonu enzimlerin etkinliği ile gerçekleşen bir olaydır.

Helikaz enzimi, replikasyon çatalında atasal zincirleri birbirinden ayırır. Helikaz, azotlu bazlar arasındaki hidrojen bağlarını kopararak açılmayı sağlar. DNA'nın her zinciri, yeni oluşturulacak DNA zincirleri için kalıp görevi yapar.

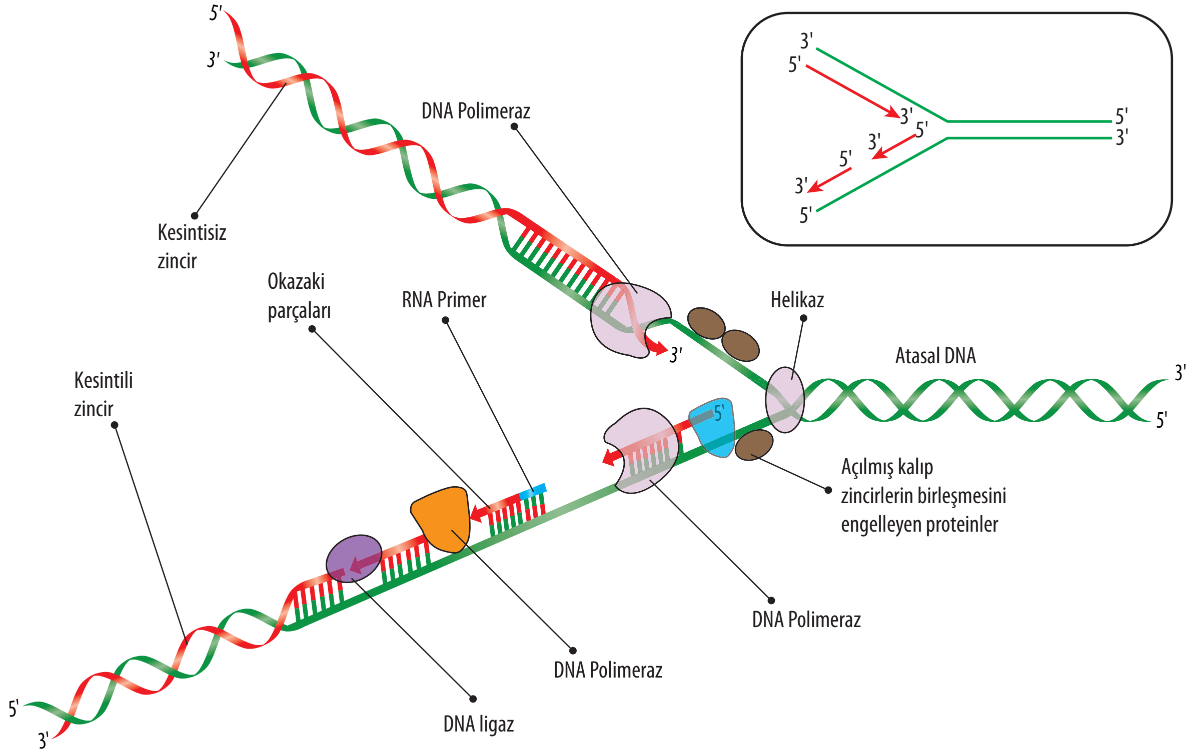
DNA polimeraz, yeni DNA zincirlerinin sentezinde rol oynayan enzimdir. Ancak polinükleotidin sentezini başlatamaz. Sentezi başlatan kısa bir RNA primeridir (Bu RNA primerleri sonra DNA polimerazın farklı bir çeşidi olan DNA polimeraz I ile çıkarılır ve RNA primerlerinin yerine DNA nükleotitleri getirilir.). DNA polimeraz III, daha önceden var olan primer zincirlerin 3' ucuna nükleotitleri ekleyerek yeni zincirin sentezini sağlar. DNA polimeraz III, DNA zincirinde meydana gelen hataların onarılmasında da görevlidir.

DNA ligaz, DNA replikasyonu sırasında oluşturulan yeni polinükleotit parçacıkları arasındaki boşlukları kapatır. Bu DNA parçacıkları fosfodiester bağıyla birleşir. Böylece bir tam zincir oluşur. DNA replikasyonunda görev yapan enzimler Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1. 2: DNA Replikasyonunda Görev Yapan Enzimler

ENZİM	GÖREVİ
Helikaz	Atasal DNA zincirlerini açar.
DNA Polimeraz	Polinükleotide yeni nükleotitler ekleyerek sentezi devam ettirir.
DNA Ligaz	DNA replikasyonu sırasında oluşturulan yeni polinükleotit parçacıkları arasındaki boşlukları kapatır.

DNA replikasyonunda kalıp zincire uygun olarak yeni zincirlerin sentezlenmesinde rol oynayan enzimler ve replikasyon mekanizması Görsel 1.27'de gösterilmiştir.



Görsel 1.27: DNA replikasyon mekanizması

Özel enzimler replikasyon orijinini tanır. DNA replikasyonu, replikasyon orijininde iki yöne doğru ilerler. Böylece bir replikasyon kabarcığı oluşur. Replikasyon kabarcığının her bir ucunda replikasyon çatalı yer alır. Bu noktalarda atasal DNA zincirleri çözülmüş durumdadır. Çözülme işleminde DNA helikaz enzimi görev yapar. Atasal DNA'nın zincirlerine bağlanan bazı proteinler, atasal DNA zincirlerinin birleşmesini engeller. Bu DNA zincirleri yeni DNA zincirleri için kalıp olarak görev yapar. Kısa bir RNA primeri, yeni DNA zincirinin sentezini başlatır. RNA primerinin 3' ucuna DNA polimeraz enzimi kalıp DNA zincirine uygun nükleotitleri ekler. Böylece zincirlerden biri, 5' ucundan 3' ucuna doğru kesintisiz olarak sentezlenir.

Diğer yeni zincir 5'⟶3' yönünde sentezleneceği için replikasyonun yönü replikasyon çatalından uzaklaşacak şekilde olur. Bu yönde sentezlenecek zincir kesintili olarak sentezlenir. Kesintili sentezlenen zincirin bu parçalarına Japon bilim insanı Reiji Okazaki'ye (Reyci Okazaki) atfen **Okazaki parçaları** denir. Kesintili zincirdeki her bir Okazaki parçası için ayrı RNA primeri görev alır. Her yeni RNA primerin 3' ucuna DNA polimeraz III bir nükleotit ekler. RNA primerleri DNA polimeraz I enzimi ile çıkarılır. DNA polimeraz I, eksik nükleotitlerin yerine yenisini koyarken DNA ligaz ise yeni sentezlenen DNA ipliğindeki parçaları birbirine bağlar. Böylece her iki zincir de eksiksiz sentezlenmiş olur.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Hücreler bölünmeden önce, DNA kendini replikasyonla iki katına çıkarmaktadır. Replikasyon olayı her zaman kusursuz olmamaktadır. Bazen mutasyonlar olabilmektedir. Mutasyonlar çoğu zaman etkisiz olsa da bir kısmı faydalı, bir kısmı zararlıdır. İşte bu zararlı mutasyonlar vaktinde düzeltilemezse hücre ya **apoptoza** (programlı hücre ölümü) girer ya da kanser hücresine dönüşür (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 229-248).

ARAŞTIRINIZ

Gen mutasyonlarının nedenlerini ve sonuçlarını araştırıp araştırma sonuçlarını arkadaşlarınızla tartışınız.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Ökaryotik kromozomal DNA moleküllerinin uçlarında telomer adı verilen özel nükleotit dizileri vardır. Telomerler gen içermez. Ancak bu bölgedeki DNA, tipik olarak kısa bir nükleotit dizisinin çok sayıda tekrarından oluşmuştur. Her DNA molekülü replikasyon sırasında ucundan kısalır. Bir gen ifade etmeyen telomerlerdeki bu kısalmalar kromozomların uçlarına yakın bölgedeki genlerin zarar görmesini geciktirir. Ayakkabı bağcıklarının ucundaki plastik parçalar bağın çözülmesini nasıl yavaşlatıyorsa telomerler de hücrenin yaşlanmasını yavaşlatır (Urry ve ark. 2022: Campbell biyoloji, s. 328).

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki deney ve açıklamalardan yararlanarak soruları cevaplayınız.

Avery ve arkadaşları, deneylerinde kalıtımda rol oynayan molekülü tespit etmek için hastalık yapıcı kapsüllü *S. pneumoniae* bakterilerini ısıtarak öldürmüşlerdir. Elde ettikleri özütü beş farklı tüpe koyarak sırasıyla tüplere DNA, RNA, karbohidrat, protein ve lipidi parçalayan enzimler ile kapsülsüz bakteriler ilave etmişlerdir. Kapsüllü bakteri oluşumumununnun hangi tüp ya da tüplerde görüldüğünü incelemişlerdir.

a) Araştırmacılar deneylerinde DNA, RNA, protein, karbohidrat ve lipidleri parçalayan enzimleri neden kullanmıştır? Açıklayınız.

....

....

b) DNaz enziminin eklendiği tüp hariç diğer tüplerde hastalık yapıcı kapsüllü bakterilerin oluşma nedeni nedir?

....

....

2. DNA ve RNA yapı ve görevleri bakımından birbirinden farklı moleküllerdir.

Aşağıda verilen tabloyu DNA ve RNA'nın istenen özelliklerine göre doldurunuz.

ÖZELLİK	DNA	RNA
a) İplik sayısı		
b) Mevcut bazlar		
c) Mevcut pentoz		
ç) Monomerlerinin adı		
d) Görevleri		

3. DNA'ları ^{15}N'le işaretlenmiş *E. coli* bakterileri, ^{14}N içeren besi ortamında üç kez çoğaltılmıştır. Üretilen bakterilerin DNA'ları ayrıştırıldıktan sonra santrifüj edilmiştir.

Buna göre üçüncü nesilde melez DNA'nın normal azotlu DNA'ya oranı kaçtır?

....

....

4. DNA replikasyonunda rol oynayan enzimlerden birinin hücrede sentezlenememesi sonucu hücre bölünmesi gerçekleşemez.

Bu enzimin sentezlenememesinin nedeni ne olabilir? Açıklayınız.

....

....

OKUMA PARÇASI



NOBEL ÖDÜLÜ'NE UZANAN BİR AZİM VE KARARLILIK ÖYKÜSÜ

Aziz Sancar, 1946 yılında Mardin'in Savur ilçesinde çiftçilikle uğraşan orta gelirli bir ailenin yedinci çocuğu olarak dünyaya gelmiştir. İlk ve orta öğrenimini Savur'da, liseyi ise Mardin'de okumuş daha sonra İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesinden birincilikle mezun olmuştur. TÜBİTAK bursuyla gittiği ABD'de birkaç yıl biyokimya eğitimi aldıktan sonra yurda dönmüş ve memleketi Savur'da bir süre hekimlik yapmıştır. Gönlü bilimsel çalışmalar yapmaktan yana olduğu için ABD'ye dönmüş ve Dallas'taki Teksas Üniversitesinde moleküler biyoloji alanında doktoraya başlamıştır. Bakterilerde UV ışımadan hasar görmüş DNA'yı onaran fotoliyaz enzimini kodlayan geni klonlamış, bakterideki fotoliyazın DNA'yı onarma mekanizmasını açığa kavuşturmuştur. Doktora sonrası araştırmalarına Yale (Yeıl) Üniversitesinde devam eden Aziz Sancar burada çok önemli buluşlar yapmıştır.

Bu başarılarından dolayı da ABD'deki Chapel Hill North Carolina (Çepıl Hil Nort Kerolayna) Üniversitesine davet edilmiştir. Önemli buluşlara imza atan Sancar, 415 bilimsel makale ve 33 kitap yayımlamıştır. Maxicell (Maksisel) yöntemini geliştirmesi, transkripsiyona bağlı DNA onarım mekanizmasını açıklaması, protein DNA bağlanmasında moleküler ara bulucuyu keşfetmesi ve biyolojik saat konusundaki keşifleri ile bilime büyük katkı sağlamıştır. 2001 yılında Kuzey Carolina Seçkin Kimyager Ödülü'nü almıştır. 2005 yılında ABD Ulusal Bilimler Akademisine seçilen ilk Türk bilim insanı olmuş, bu ödülü aldıktan sonra ABD'deki Türk öğrencilere destek olmak amacıyla eşiyle Aziz ve Gwen (Gıvın) Sancar Vakfını kurarak ABD'nin Kuzey Carolina eyaletinde "Carolina Türk Evi" isimli bir öğrenci misafirhanesi açmıştır. 2006 yılında Türkiye Bilimler Akademisine asli üye olarak seçilmiştir. Yaklaşık kırk yıllık çalışma hayatı boyunca pek çok ödül alan Aziz Sancar sonunda DNA onarımının mekanistik çalışmaları alanında yaptığı buluşlar sayesinde 2015 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştür. Ödülünü Alfred Nobel'in (Alfired Nobel) ölüm yıl dönümü olan 10 Aralık'ta düzenlenen törende İsveç Kralı XVI. Carl Gustaf'ın (Karl Gustaf) elinden almıştır.

Aziz Sancar mezun olduğu İstanbul Üniversitesi için gerçekleştirilen bir röportajda Nobel Ödülü'nü Anıtkabir Müze'sine takdim etmesi ile ilgili duygularını şöyle paylaşmıştır: ''Anıtkabir'de Cumhuriyet tarihinin müzesi var. Bu müzeye ben de bir halka kattım çünkü bu cumhuriyet devrimlerinin bir halkasıdır. Her zaman söylerim; Cumhuriyet devrimlerine, Atatürk'e ve Atatürk'ün arkadaşlarına olan borcumu ödedim." Ödül, Anıtkabir'deki Atatürk ve Kurtuluş Savaşı Müzesi'nde kendisine ayrılan özel alanda sergilenmektedir.

Prof. Dr. Aziz Sancar, Mardin'den başlayıp Nobel Ödülü almasına kadar giden bir başarının mimarıdır. Bilim insanında olması gereken sabır, kararlılık, azim, gözlem gücü ve çok çalışma gibi özelliklere sahip olan Aziz Sancar, gelecek kuşak Türk gençlerine de örnek olmaktadır.

İlay Çelik Sezer, Dr. Özlem Ak, Ödül Evren Töngür, *Aziz Sancar'ın Başarı Öyküsü*

(Düzenlenmiştir.)

2. BÖLÜM

1.2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

Bu bölümde

- Protein sentezinin mekanizmasını,
- Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji kavramlarını,
- Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarını,
- Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisini öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Antibiyotik
Antikodon
Biyoetik
Biyogüvenlik
Biyoteknoloji
DNA parmak İzi
Gen terapisi
Genetik şifre
Genetik danışmanlık
Genetik mühendisliği
İnsülin
Klonlama
Kod
Kodon
Kök hücre
Model organizma
RNA polimeraz
Protein sentezi
Transkripsiyon
Translasyon
Yapay doku / organ

BİYOMÜHENDİSLİK YOLUYLA MAYADAN BÖCEK KOVUCU SENTEZLENDİ

Böcek kovucu maddeler, böceklerin neden olduğu çeşitli rahatsızlık ve hastalıkların önlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu maddeler, sinek ve böcekleri uzaklaştırarak sokma ve ısırmalara karşı koruma sağlıyor.

DEET adı verilen bileşik (N,N-dietil-metatoluamid), pek çok böcek ve sinek kovucu ürünün aktif bileşenidir ve dünya genelinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak bazı sivrisinek türleri DEET'e karşı direnç geliştirdiğinden bazı alternatif ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan birçok çalışma nepetalakton bileşiğinin DEET'ten daha etkili bir böcek kovucu olduğunu göstermektedir. İçerisindeki ana bileşeni olan nepetalaktonun sinek ve böcekleri uzaklaştırmadaki başarısı kedi nanesi bitkisini (Görsel 1.28) oldukça özel kılıyor. Bu noktada, böcek kovucu üretmek için kedi nanesi bitkisinden yeterli miktarda nepetalakton elde edilememesi ticari anlamda önemli bir sorun teşkil ediyordu. Kanada Concordia (Kınkordiya) Üniversitesinden Vincent J. J. Martin (Vinsın Cey Cey Marin) ve arkadaşlarının yaptığı çalışma bu sorunu ortadan kaldırmış gibi görünüyor. Martin ve arkadaşları nepetalaktonu bitkilerden elde etmek yerine biyomühendislik yoluyla üretme yöntemi geliştirdiler. Bunun için kedi nanesinden elde edilen bazı önemli enzimleri ifade eden sekiz ekstra geni bir maya türüne ekleyerek kimyasal yolla üretim gerçekleştirdiler. Böylece genetiği değiştirilmiş organizmalar kullanarak alternatif ve etkili bir üretim metodu ortaya koymayı başardılar. Ayrıca ticari anlamda üretim aşamasına gelindiğinde DEET kullanımından kaynaklanan bazı olumsuz yönlerin de önüne geçmek hedefleniyor. Bunlar arasında belirli plastiklerin çözülmesi, sentetik giysilerin ve kişisel aksesuarların hasar görmesi gibi durumlar bulunuyor. Bu çalışmaların çok önemli bir yanı da tarım arazilerinin kimyasal hammadde sağlamak yerine gıda yetiştirmek amacıyla kullanılması olarak ifade edilmelidir.



Görsel 1.28: Kedi nanesi bitkisi

Tuncay Baydemir, *Biyomühendislik Yoluyla Mayadan Böcek Kovucu Sentezlendi.*
(Düzenlenmiştir.)

- Metne göre biyomühendislik ile elde edilen sentetik maddelerin biyolojik, çevresel, ekonomik sonuçları hakkındaki düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİR FİKRİN VAR MI?

Günümüzde biyoteknolojik yolla üretilen bazı organik moleküller endüstri alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Proteaz et pişirmede, interferon multipl skleroz (multipli skleroz) hastalığının tedavisinde, insülin ve somatotropik hormon büyüme geriliği hastalıklarının tedavisinde, lipaz deterjan üretiminde, papain etin yumuşatılmasında, amilaz ekmek hamurunun hacmini ve ekmek içi yapısını değiştirerek ekmeğin kalitesini artırmada, laktaz süt endüstrisinde laktozu parçalamada, selülaz sebzeleri yumuşatmada, sebzelerin tat ve kokusunu iyileştirmede kullanılmaktadır (Raveendran vd., 2018: 16-30).



- Biyoteknolojik yolla üretilen bu ürünlerin protein yapısında olmasının nedeni nedir?

....

....

- Proteinlerdeki farklılığın sebebi nedir?

....

....

1.2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

Genetik şifre, DNA molekülündeki genlerin nükleotit dizisi ve proteinlerin amino asit dizisi arasındaki ilişkidir. Bu bölümde genetik şifre ve protein sentezi arasındaki ilişkiyi öğreneceksiniz.

1.2.1. PROTEİN SENTEZ MEKANİZMASI

- **GENETİK ŞİFRE**

Tüm canlılarda genetik bilgi DNA üzerinde şifrelenmiştir. RNA virüslerinde ise genetik bilgi RNA üzerinde taşınmaktadır. Genetik şifrenin A, G, C ve T olmak üzere 4 sembolü (harfi) vardır. Dört çeşit nükleotidin farklı kombinasyonlarla üçerli gruplar hâlinde dizilmesi ile oluşan şifreye **(genetik kod, DNA kodonu)** denir. Adenin, timin, guanin ve sitozin deoksiribonükleotitlerinin DNA üzerindeki sayıları ve dizilişleri, canlılar arasında farklılıklara neden olur. Bir gendeki nükleotitlerden oluşan şifreler amino asitleri, amino asitlerden oluşan proteinler de canlıların özelliklerini belirler.

Bilim insanları, 4 çeşit nükleotidin 20 farklı amino asidi tanımlamak için yeterli olmadığını düşünmüşlerdir. Her bir nükleotit, bir amino asidi şifreleseydi en fazla 4 (4^1) farklı şifre oluşurdu. Bu durum protein sentezi için gerekli olan 20 çeşit amino asidi şifrelemeye yetmezdi. Bir amino asidin şifresi, iki nükleotitten oluşsaydı en fazla 16 (4^2) çeşit amino asit için şifre üretilebilirdi. 20 çeşit amino asidin tamamı şifrelenemezdi. Bu nedenle bir genetik şifre, 3 nükleotitten oluşmak zorundadır. Bu durum, toplamda 64 (4^3) çeşit şifrenin ortaya çıkması demektir. Bu sistem, 20 farklı amino asidin rahatlıkla şifrelenebilmesini sağlar. DNA ve sentezlenen mRNA üzerindeki üçlü nükleotit dizisine **kodon** denir. tRNA'da mRNA'daki kodonlara karşılık gelen üçlü baz dizilerine **antikodon** denir. DNA'dan sentezlenen mRNA, genetik şifrenin kopyasını ribozoma götürerek protein sentezine kalıplık eder. Genetik kodun çözülmesi için yapılan araştırmalar, 64 çeşit kodon olduğunu ortaya koymuştur. Bu kodonlardan 61 tanesinin 20 çeşit amino asidi ifade ettiği bulunmuştur.

Araştırmacılar; her polipeptit sentezinin aynı kodonla başladığını, bunun başlama kodonu **(AUG)** olduğunu ve bu kodonun metiyonin amino asidini şifrelediğini belirtmişlerdir. Bütün canlılarda protein sentezi **metiyonin** amino asidi ile başlar. Fakat sentez tamamlandıktan sonra başlangıç amino asidi olan metiyonin, bir enzim ile çıkarılabilir. Bu nedenle sentezlenen tüm proteinlerin yapısındaki ilk amino asidin metiyonin olduğu söylenemez. 64 çeşit kodondan 3 tanesi **(UAA, UGA, UAG) durdurucu (stop) kodonlardır**. Çoğu canlıda stop kodonların amino asit olarak karşılığı yoktur. Her kodon bir amino asidi şifreler fakat bir amino asit, bir veya birden fazla kodon tarafından şifrelenebilir. Örneğin AUG, metiyonin amino asidinin kodonudur ve metiyonin amino asidinin başka şifresi yoktur. Prolin amino asidi ise CCU, CCC, CCA, CCG olmak üzere dört farklı kodon ile şifrelenir. Bu durum canlının bazı mutasyonlardan korunmasını da sağlar. Amino asitler ve bunları şifreleyen kodonlar Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 1.3: Aminoasitler ve Bunları Şifreleyen Kodonlar

Birinci Baz Sayısı	İkinci Baz Sırası: U		C		A		G		Üçüncü Baz Sırası
U	UUU	Fenilalanin	UCU	Serin	UAU	Trozin	UGU	Sistein	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Losin	UCA		UAA	Durdurucu kodonlar	UGA	Durdurucu kodon	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	Triptofan	G
C	CUU		CCU	Prolin	CAU	Histidin	CGU	Arjinin	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Glutamin	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	İzölösin	ACU	Treonin	AAU	Asparajin	AGU	Serin	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lizin	AGA	Arjinin	A
	AUG	Başlama kodonu Metiyonin	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Arjinin	GCU	Alanin	GAU	Aspartik asit	GGU	Glisin	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glutamik asit	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Bilimsel çalışmalarda 20 çeşit amino aside ek olarak 2 amino asit daha tanımlanmıştır. Bu aminoasitler, bazı maddelerin varlığında durdurucu kodonlardan dönüştürülerek üretildiğinden bu iki aminoasit standart aminoasitler olarak kabul edilmemektedir (Fujita ve ark. 2007).

SIRA SİZDE

Tablo 1.3 ve aşağıdaki metinden faydalanarak soruları cevaplayınız.

Kodon şifresi, 1961 yılında Marshall Warren Nirenberg (Marşıl Vorın Nayrınbörg) ve çalışma grubu tarafından çözülmüştür. Şifresi tespit edilen ilk amino asit fenilalanindir. Bilim insanları, fenilalanin amino asidinin şifresini bulmak için bir yol izlemişlerdir.

Araştırmacılar, yalnız urasil ribonükleotitlerinden oluşan yapay bir mRNA sentezlemişlerdir. Bu mRNA sadece sürekli tekrarlayan UUU kodonlarını içermektedir. Bu mRNA'ya "Poli U" adını vermişlerdir. 20 çeşit amino asidi, ribozomları, protein sentezi için gerekli elemanları ve "Poli U"yu deney tüpünde bir araya getirmişlerdir. Sentez sonucunda çok sayıda sadece fenilalanin amino asitlerinden oluşan bir polipeptit elde edilmiştir.

Sonuç olarak amino asidin şifresinin UUU olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar; A, G, C ve U ribolükleotitlerinin üçerli ve farklı şekillerde bir araya gelme olasılıklarını düşünerek diğer amino asitlerin şifrelerini de çözmüşlerdir.

1. Araştırmacılar, tirozin amino asidinin şifresinin çözümünde hangi yapay mRNA şifrelerini kullanmışlardır?

....

....

2. Araştırmacılar, AUG AUU GCC ACC ve AUG AUC GCU ACA nükleotit dizilimine sahip iki farklı yapay mRNA zincirini kullandıklarında aynı polipeptitten iki tane sentezlendiğini görmüşlerdir. Buna göre

a) Araştırmacılar bu durumdan nasıl bir sonuç çıkarmışlardır?

....

b) Bu iki polipeptidin sentezinde kaç çeşit amino asit kullanılmıştır?

....

c) Bu iki polipeptidin sentezinde kaç tane amino asit kullanılmıştır?

....

3. Serin amino asidinin DNA'daki şifresi AGA'dır. Gende meydana gelen bir mutasyon sonucu AGA şifresi AGG şifresine dönüşmüştür. Buna göre

a) Mutasyon sonucu değişen mRNA kodonuna uygun antikodon şifresi ne olur?

....

b) tRNA hangi amino asidi ribozoma taşır?

....

c) Bu mutasyonun sentezlenecek polipeptidin yapısında bir değişikliğe neden olup olmayacağını gerekçesiyle açıklayınız.

....

4. Bir amino asidin birden fazla şifresinin olması canlıya nasıl bir yarar sağlar? Açıklayınız.

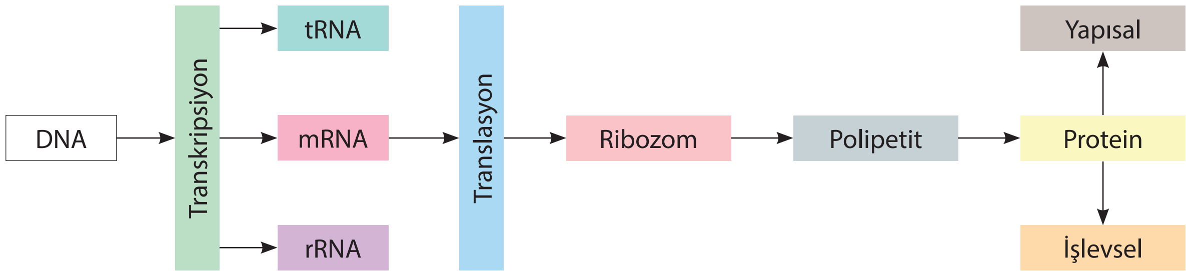
....

....

- **PROTEİN SENTEZİ**

Her canlı, sahip olduğu DNA'larına göre kendilerine özgü proteinleri sentezler. DNA'daki bilginin kullanılarak ribozomlarda polipeptit üretilmesine **protein sentezi** denir. Protein sentezi, tüm canlılarda gerçekleşen ortak bir olaydır. Protein sentezinde görev alan başlıca yapılar; DNA, üç RNA çeşidi (mRNA, tRNA ve rRNA), ATP, enzimler, amino asitler ve ribozumdur.

Protein sentezinde genetik bilgi akışı DNA'dan RNA'ya ve oradan da proteine doğrudur. Hücredeki genetik bilgi akışı Şema 1.1'de gösterilmiştir.



Şema 1.1: Protein sentezinde genetik bilgi akışı

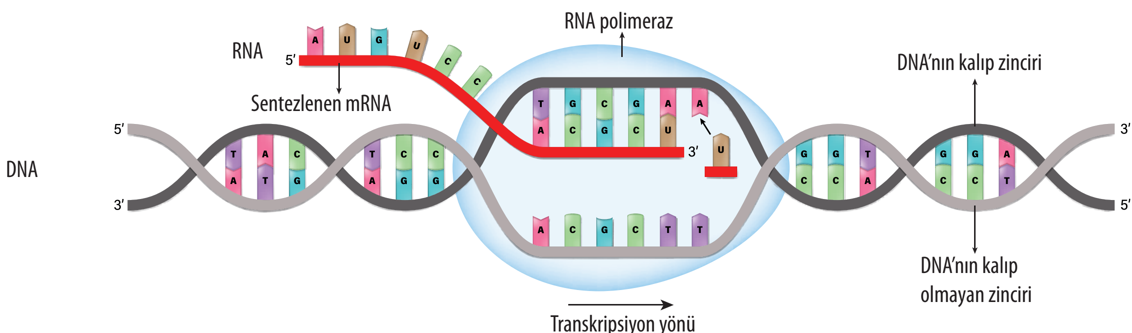
Bir genin nükleotit dizisine göre spesifik bir polipeptit üretilmesi iki ana basamakta gerçekleşir. Bunlar, **transkripsiyon (yazılma)** ve **translasyon (okuma)** olaylarıdır. Genetik bilginin polipeptide dönüştürülme süreci prokaryot ve ökaryot hücrelerde aynıdır ancak bu sürecin hücrelerde gerçekleştiği yerler farklıdır. Prokaryot hücrelerde transkripsiyon ve translasyon olayları sitoplazmada gerçekleşir. Ökaryot hücrelerde ise transkripsiyon işlemi çekirdeğin içinde, mitokondrinin matriksinde ve kloroplastın stromasında gerçekleşir. Çekirdeğin içinde üretilen mRNA, translasyon olayını gerçekleştirmek için sitoplazmaya geçer. Translasyon olayı mitokondri ve kloroplastların kendi ribozomlarında gerçekleşir.

a) Transkripsiyon

DNA kalıbını kullanarak RNA sentezlenmesidir.

Transkripsiyon olayı başlama, uzama ve sonlanma olarak üç ana basamakta gerçekleşir.

- **Başlama:** Transkripsiyon esnasında ilgili genin protein sentezi için gerekli şifreyi taşıyan kısmının ikili sarmal yapısı, RNA polimeraz enzimi tarafından çözülür ve RNA polimeraz, DNA üzerindeki ilgili bölgeye bağlanır.
- **Uzama:** DNA'nın iki zincirinden biri mRNA için şifre verir. Şifre veren bu zincire kalıp zincir denir. RNA polimeraz, kalıp olarak kullanılacak DNA zincirini kopyalamaya başlar. Kalıp zincirdeki nükleotitlerin her birinin karşısına uygun RNA nükleotitleri gelir. RNA'da timin olmadığından urasil, adenin ile tamamlayıcı bir şekilde eşleşir. RNA polimeraz, RNA nükleotitleri arasında fosfodiester bağları oluşturur. RNA polimeraz, kalıp zincir boyunca hareket eder ve RNA nükleotitlerini uzayan mRNA'nın 3' ucuna ekler. mRNA molekülü, DNA'nın kalıp zincirine antiparalel yönde (5'→3') sentezlenir. Transkripsiyon öne doğru ilerledikçe yeni sentezlenmiş mRNA molekülleri, kalıp DNA'dan ayrılır ve DNA ikili sarmalı tekrar oluşur. mRNA'nın DNA'daki kalıp ipliğe göre sentezlenmesi Görsel 1.29'da gösterilmiştir.



Görsel 1.29: mRNA'nın DNA'daki kalıp ipliğe göre sentezlenmesi

BİLGİ DAĞARCIĞI

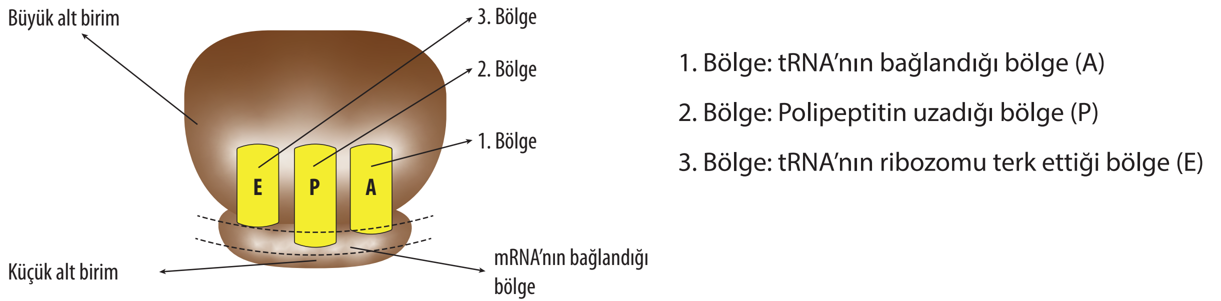
Genetik kod hemen hemen evrensel olup en basit yapılı bakterilerden en kompleks yapılı bitki ve hayvanlara kadar canlılar tarafından paylaşılır. Örneğin, mRNA'daki CCG kodonu, genetik kodu incelenmiş olan tüm canlılarda prolin amino asiti olarak tercüme edilir. Genler, laboratuvar deneylerinde, bir canlı türünden diğerine aktarıldıktan sonra o canlı türünde transkripsiyon ve translasyon geçirebilir. (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 341-342).

- **Sonlanma:** RNA polimeraz, genin sonlandırıcı dizisine geldiğinde DNA'dan ayrılır. mRNA molekülü serbest bırakılır. Serbest kalan mRNA 'nın her iki ucu değiştirilerek RNA işlenmesi gerçekleşir. Böylece mRNA ökaryot hücrelerde çekirdek zarındaki porlardan sitoplazmaya geçerek ribozomun küçük alt birimine bağlanır.

b) Translasyon

mRNA'daki kodonlar üzerinden meydana gelen polipeptit sentezidir. Translasyonda mRNA, ribozom, tRNA ve aminoasitleri tRNA'ya bağlanmak için aktifleştirici enzimler görev alır.

Ribozom, polipeptit sentezinin gerçekleştiği yapıdır. Ribozom, büyük ve küçük olmak üzere iki alt birimden oluşur. Bu birimler protein sentezinde bir araya gelir. Ribozomun büyük alt biriminde üç bölge vardır. Birinci bölge (A), tRNA'nın bağlandığı ve kodon ile antikodon eşleşmesiyle okuma olayının gerçekleştiği yerdir. İkinci bölge (P) polipeptidin uzadığı yer, üçüncü bölge (E) ise tRNA'nın ribozomu terk ettiği yerdir (Görsel 1.30).



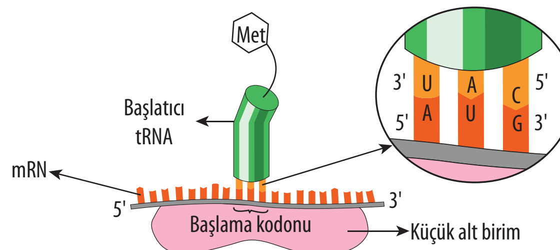
Görsel 1.30: Ribozomun yapısı

BİLGİ DAĞARCIĞI

Genellikle hücre içinde kullanılacak proteinler, sitoplazmada bulunan serbest ribozomlarda sentezlenirken hücre dışına salgılanacak ve lizozomda kullanılacak proteinler, endoplazmik retikuluma bağlı ribozomlarda sentezlenir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 104).

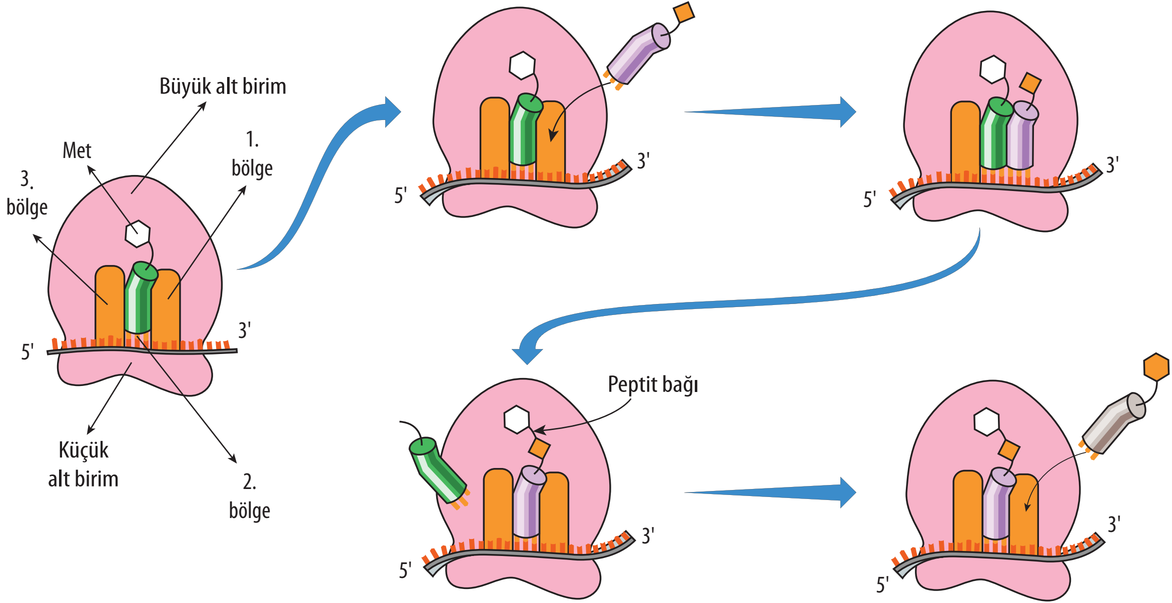
Translasyon; başlama, uzama ve sonlanma olarak üç ana basamakta gerçekleşir.

- **Başlama:** Bu basamakta mRNA, ribozomun küçük alt birimine bağlanır. mRNA'daki AUG başlama kodonuna karşılık gelen UAC antikodonuna sahip tRNA, metiyonin amino asidini ribozoma getirir. Geçici hidrojen bağları kurularak kodon antikodon eşleşmesi gerçekleşince ribozomun küçük alt birimi büyük alt birimine bağlanır ve polipeptit sentezi başlar (Görsel 1.31).



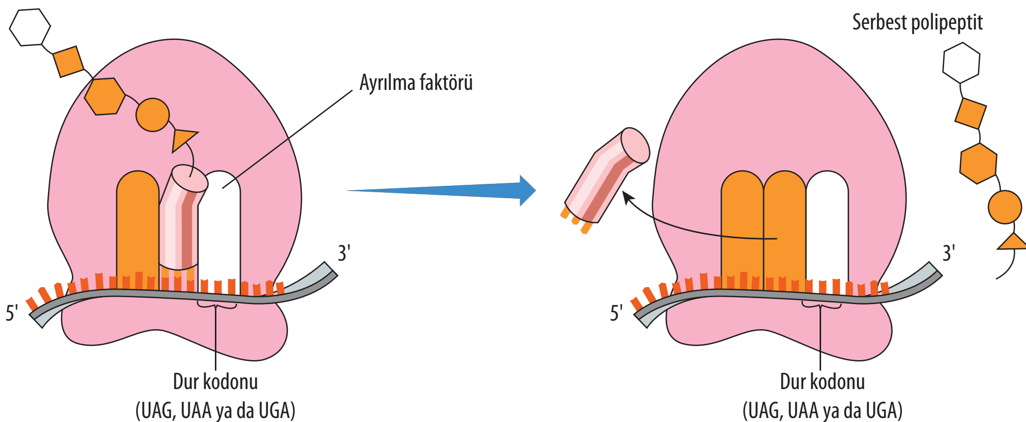
Görsel 1.31: Translasyonun başlama safhası

- **Uzama:** mRNA'nın ribozom alt birimleri arasında kaymasıyla tRNA, taşıdığı amino asitle 2. bölgeye gelir. Boşta kalan 1. bölgeye yeni tRNA gelir. Yine antikodon kodon eşleşmesi ve okuma gerçekleşir. 2. bölgede bulunan tRNA, taşıdığı amino asidi 1. bölgedeki tRNA'nın taşıdığı amino asit üzerine ekler. Bu sırada amino asitler arasında peptit bağı oluşur. Peptit bağı oluşumunda büyük alt birimde bulunan rRNA enzim olarak görev alır. Amino asidini bırakan tRNA 3. bölgeye geçer ve ribozomu terk eder. Bu olaylar, mRNA'daki şifrelerin tümü okununcaya kadar tekrarlanır. Böylece amino asitler polipeptite mRNA'daki kodon sırasına göre eklenir (Görsel 1.32).



Görsel 1.32: Translasyonun uzama safhası

- **Sonlanma:** Uzama safhası mRNA üzerindeki dur (stop) (UGA, UAG, UAA) kodonlardan birine ulaşılana kadar devam eder. Dur kodonuna sonlandırıcı protein (ayrılma faktörü) bağlanır. Bu protein polipeptit zinciri ile tRNA arasındaki bağı koparak polipeptit zincirinin ribozomdan ayrılmasını sağlar. Yeni sentezlenmiş polipeptit zinciri ribozomu terk ettikten sonra ribozom alt birimleri birbirinden ayrılır (Görsel 1.33).

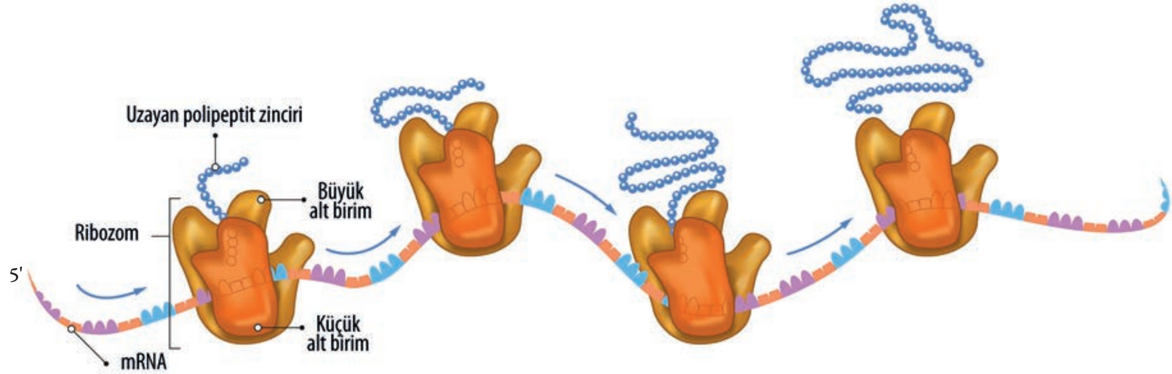


Görsel 1.33: Polipeptit sentezinin sonlanması

BİLGİ DAĞARCIĞI

İki farklı polipeptidin amino asit sayısının aynı olması, bunların aynı polipeptit olduğu anlamına gelmez. Proteinlerin çeşitliliğinin nedeni; o proteinin yapısına katılan amino asitlerin çeşitliliğinin, sayı ve sırasının farklı olmasıdır (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 78).

Poliribozom (Polizom): Bir mRNA üzerine birden fazla ribozomun tutunmasıyla oluşan yapılardır. Uzama safhası devam ederken mRNA'nın ilk kısmı ribozom üzerindeki hareketine bağlı olarak serbest kalır ve mesaj, başka bir küçük ribozom alt birimine bağlanarak yeni bir başlama kompleksi oluşturabilir. Bu işlem, tek mRNA ile defalarca tekrarlanabilir. Böylece aynı çeşit proteinden kısa sürede çok miktarda sentezlenmiş olur (Görsel 1.34).



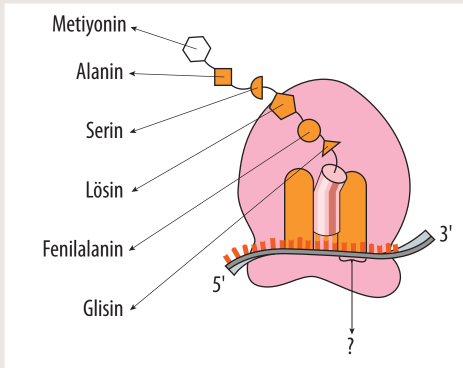
Görsel 1.34: Polizomda polipeptit üretimi

BİLGİ DAĞARCIĞI

Ribozomda sentezlenen polipeptitler birincil yapıdadır. Polipeptitler daha sonra katlanmalar yaparak ikincil, üçüncül yapıya sahip üç boyutlu işlevsel bir protein molekülüne dönüşür. Dördüncül yapıya sahip proteinler birden fazla polipeptidin biraraya gelmesi ile oluşur (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 80-81).

SIRA SİZDE

Bir polipeptidin sentezi ile ilgili verilen görselden ve verilen tablodan yararlanarak soruları cevaplayınız.



AMİNO ASİTLER	KODON	ANTİKODON
Metiyonin	AUG	
Alanin		CGG
Serin	AGC	
Lösin	UUG	
Fenilalanin		AAA
Glisin		CCC

1. Polipeptit sentezinde DNA'nın şifre veren zincirindeki nükleotit dizilimi nasıl olmalıdır?

....

2. Polipeptit sentezi hangi amino asitle başlamıştır?

....

3. Bu polipeptide şifre veren mRNA üzerinde kaç çeşit kodon bulunmaktadır?

....

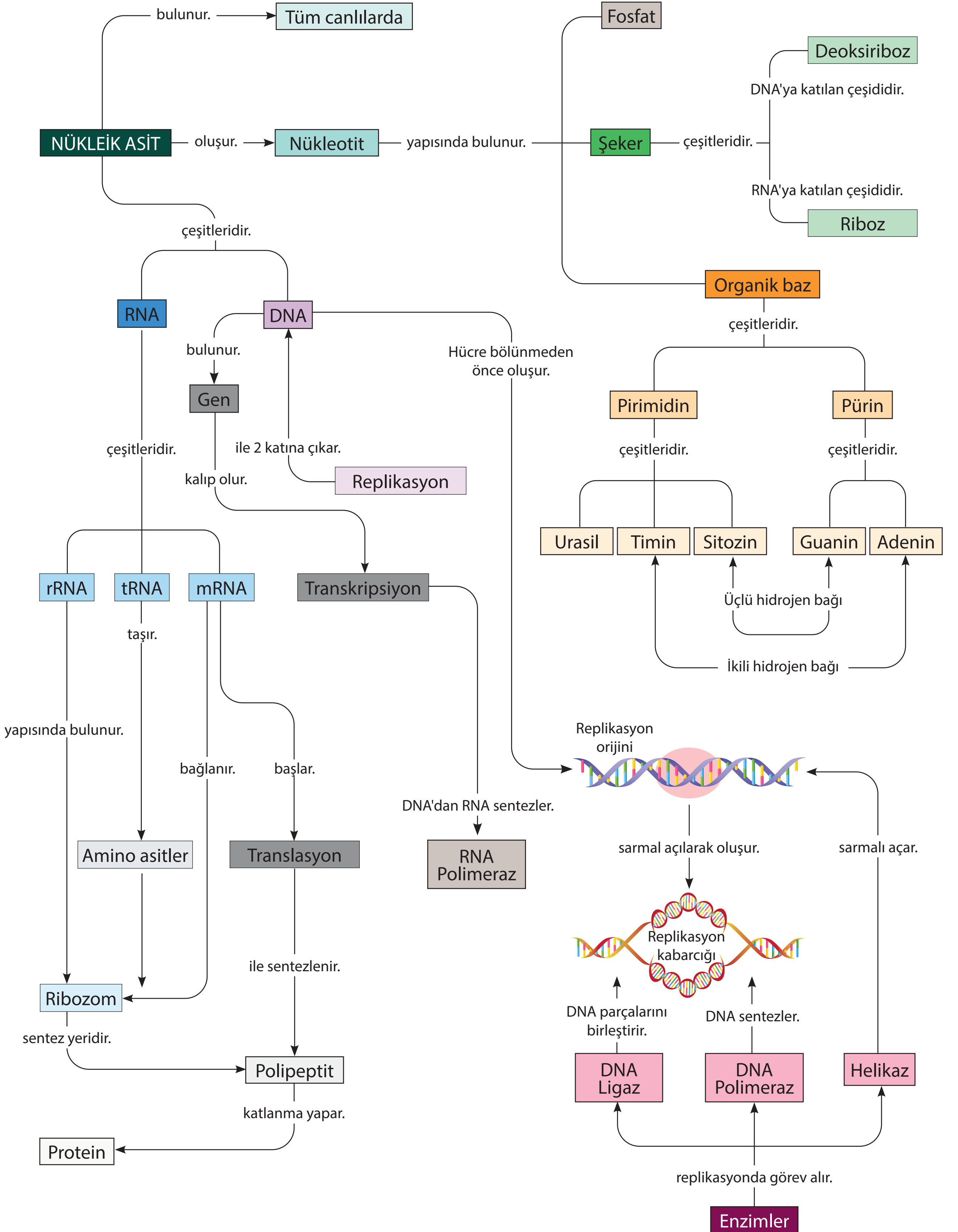
4. Şekilde soru işareti ile gösterilen yere hangi kodonları yazabilirsiniz? Yazdığınız bu kodonlar ne ifade etmektedir?

....

5. Bu sentezde en az kaç çeşit tRNA görev yapmıştır?

....

Nükleik asitler ve protein sentezi ile ilgili Kavram Haritası 1.1'de verilmiştir.



Kavram haritası 1.1: Nükleik asitler ve protein sentezi

1.2.2. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ

Genetik Mühendisliği, canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına veya istenmeyen özelliklerin ortadan kaldırılmasına yönelik araştırmalar yapan bilim alanıdır. Genlerin izolasyonu, çoğaltılması, nükleotit dizilişlerinin belirlenmesi, farklı canlıların genlerinin birleştirilmesi ya da bir canlıdan başka bir canlıya gen aktarılması gibi çalışmalarla ilgilenir.

Biyoteknoloji, doğal yolla elde edilemeyen ya da yeteri kadar üretilemeyen maddeleri elde etmek için biyolojik sistemlerin kullanıldığı teknolojilerin tümüdür. Biyokimya, mikrobiyoloji ve mühendislik bilimleri biyoloji ile çalışır. Uygulama alanı; tarım, endüstri, tıp, beslenme ve çevre korumaya kadar uzanmaktadır. Biyoteknolojik uygulamalara hormon, antibiyotik, antikor, protein, interferon gibi maddelerin üretimi, yeni özellikler kazanmış sebze ve meyvelerin üretimi, yapay organ ve doku üretimi örnek verilebilir. Biyoteknoloji, son dönemde önemli bir sektör hâline gelmiştir. Bu nedenle dünyada biyoteknolojik araştırmalar hız kazanmıştır.

ARAŞTIRINIZ

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji arasındaki farkları araştırınız. Araştırma sonuçlarını sınıfta tartışınız.

BİLGİ DAĞARCIĞI

Biyoteknolojik çalışmalarda genomik, proteomik ve biyoinformatik disiplerinden yararlanır.

Genomik, bir tür içindeki tüm gen takımlarının ya da onların etkileşimlerinin sistematik olarak çalışıldığı alandır. Genomikte türler arası genomlar yer alır.
Proteomik, bir organizmanın sahip olduğu tüm protein takımlarının ve özelliklerinin sistematik olarak incelenmesidir.
Biyoinformatik, çok büyük veri setlerinden gelen biyolojik bilgileri ve süreçleri bütünleştirmek için matematik modellerin, bilgisayarların ve yazılımların kullanılmasıdır (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 9).

1.2.3. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Çok eski dönemlerden beri insanlar biyolojik sistemler yardımıyla ham maddeleri yeni ürünlere dönüştürülebilmişlerdir. Sütten yoğurt, peynir ve kefir yapımı, sirke üretimi, hamurun mayalanması buna örnek olarak verilebilir.

Bakteri, maya, mantar gibi organizmaların endüstride kullanım alanları genişletilmiştir. Antibiyotikler, deterjanlar, çeşitli enzimler, tek hücre proteinleri, karbohidratlar, organik asitler gibi maddelerin üretimi gerçekleştirilmiştir.

Tür içi ve türler arası melezleme, yapay döllenme, poliploidi gibi ıslah çalışmaları ile daha verimli döller elde etmişlerdir. Bu yöntemlere aşağıda kısaca yer verilmiştir.

- **Melezleme**

Genetikleri birbirinden farklı, aynı ya da farklı tür iki canlı çaprazlanması ile istenen özellikte yavru canlı elde etme yöntemidir. Melez, hibrit ya da karışık anlamına gelir. Tritikale bitkisi türler arası melezlemeye örnek olarak verilebilir (Görsel 1.35). Bu bitki buğday ve çavdarın çaprazlanması sonucu elde edilmiştir. Biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı ve daha verimlidir. Tür içi melezlemeye kısa boylu ve verimsiz buğdayla uzun boylu verimli buğdayın çaprazlanması örnek olarak verilebilir. Bu çaprazlama sonucunda kısa boylu ve verimli melez buğdaylar elde edilir.



Görsel 1.35: Tritikale bitkisi

- **Yapay Döllenme**

Genellikle hayvan ıslahında kullanılır. Bu yöntem ile verimli erkek bireylerden alınan kaliteli sperm ve istenen özelliklere sahip yumurtanın döllenmesi sağlanır. İnek, koyun, keçi gibi memeli hayvanlarda tercih edilen bu yöntem ile et ve süt veriminin artırılması hedeflenmektedir.

- **Poliploidi**

Canlıların somatik hücrelerinde ikiden fazla kromozom takımının yer almasıdır. Daha çok bitkilerde görülür. Doğal koşullarda poliploit bitkilerin ortaya çıkması mümkündür ancak bunların oluşum frekansı düşüktür. Genellikle laboratuvar ortamında uygulanır. Poliploit bitkiler normalden daha büyük çiçek ve meyveye sahip oldukları için ticari öneme sahiptir. Çekirdeksiz karpuz, çilek, muz, şeker kamışı poliploit bitkilere örnektir.

Bu calışmalar, teknolojideki yeniliklere paralel olarak günümüzde de kullanılmaya devam etmektedir. Geleneksel ıslah calışmalarının yetersizlikleri bugün modern ıslah yöntemleri ile aşılmıştır.

Amaçlanan doğrultuda gen kombinasyonlarını sağlamak amacıyla yapılan çalışmalar, genetik mühendisliğinin başlangıcı olarak kabul edilir. Rekombinant DNA teknolojisi, gen klonlama, DNA klonlanması gibi gen teknolojileri, genetik mühendisliğinin çalışma alanına girer. Ayrıca kök hücre teknolojileri de günümüzde ön plana çıkmıştır. Bu yöntemlere aşağıda yer verilmiştir.

- **Gen Teknolojileri**

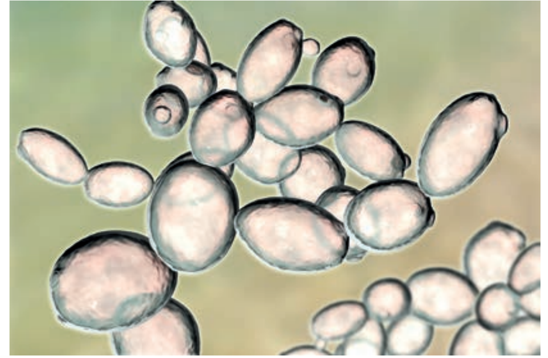
Gen teknolojisi; gen ifadesini anlamak, doğal genetik varyasyondan yararlanmak, genleri değiştirmek, genleri klonlamak ve genleri yeni konakçılara aktarmakla ilgili bir dizi faaliyet için kullanılan bir terimdir. Bilim insanları, gen teknolojisi çalışmalarını gerçekleştirirken çoğunlukla model organizmalardan yararlanırlar.

- **Model Organizmalar**

Bilim insanlarının biyolojik süreçleri anlayabilmeleri için en az bu süreçler kadar karmaşık deney mekanizmaları kurması gerekir. **Model organizmalar**; bilim dünyasında kabul görmüş, deneylerin yürütülmesi sırasında hem araç hem de deneyin kendisinin bir parçası olarak kullanılan canlılardır. Model organizmalar, araştırmacıların daha basit organizmaları baz alarak kompleks sistemleri anlamasını sağlar.

En yaygın olarak kullanılan model organizmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Maya mantarı *Saccharomyces cerevisiae* [Sakkaromises serevisiye (Görsel 1.36)] kolay yetiştirilebilir olduğundan ve insana ait hastalık genlerinin benzerlerini taşıdığından yeni ilaçların denenmesinde kullanılır.


Görsel 1.36: *Saccharomyces cerevisiae*

Drosophila melanogaster [Drosofila melanogaster (Görsel 1.37)] insanda bulunan çeşitli hastalık genlerini taşıdığından lösemi ve kanser hastalıklarının araştırılmasında kullanılır.

Mus musculus [Mus muskulus (Görsel 1.38)] memeliler sınıfına ait bir canlı olması, yetiştirilmesinin ve bakımının kolay olması, üreme hızının yüksek olması nedeniyle ilaçların olası yan etkilerini gözlemlemeye uygundur.

Hardal bitkisi, *Arabidopsis thaliana* [Arabidopsis talyana (Görsel 1.39)] küçük genoma sahip olmasından dolayı bitkisel araştırmalarda en çok kullanılan model organizmadır.

Caenorhabditis elegans [Kaynorhabdidis elegans (Görsel 1.40)], genom dizilimi haritalanmış ilk çok hücreli yuvarlak solucandır.


Görsel 1.37: *Drosophila melanogaster*


Görsel 1.38: *Mus musculus*


Görsel 1.39: *Arabidopsis thaliana*


Görsel 1.40: *Caenorhabditis elegans*

Deneysel çalışmaların en kritik noktalarından biri, üzerinde çalışılacak organizmayı doğru seçmektir. Model organizmaların seçiminde bazı ölçütler aranır. Bu ölçütler aşağıda sıralanmıştır.

- Canlı genomu ile benzerliği yüksek olmalı.
- Kısa yaşam döngüsüne sahip olmalı.
- Döller arası süre kısa olmalı.
- Embriyonik gelişimine müdahale kolay olmalı.
- Gelişimi kolay incelenebilmeli.
- Laboratuvar ortamında kolay yetiştirilebilmeli.
- Deneylere uygun olmalı.
- Genetik uygulamalar için uygun olmalı.
- Etik kurallar çerçevesinde faydalanılmalı.
- Genomik haritası çıkarılmış olmalı.
- Kolay bulunabilir olmalı.
- Ekonomik olmalı.

SIRA SİZDE

Aşağıda model organizma olarak kullanılan zebra balığı ile ilgili verilen metni okuyup soruları cevaplayınız.

Zebra balığı, *Danio rerio* (Danyo reryo) çok sık kullanılan bir model organizmadır. Akvaryum ortamında özel şartlara gerek kalmadan bakılabilir. Üremek için bir sezon gereksinimi yoktur. Tek seferde yüzlerce yumurta bırakabilir. Çok sayıda yavru vermesinin yanı sıra yavruların büyümesi ve embriyo gelişimi hızlıdır. Ayrıca embriyoları saydam olduğudan iç organları gözlemlenebilir. Genomunun tamamı çözümlenmiştir. İnsan genomuyla zebra balığının genomu %70 oranında aynıdır. İnsanlarda hastalıklara sebep olan genlerin %84'ü zebra balıklarında da bulunur. Zebra balıklarının, kalp hücrelerini yenileme yetenekleri vardır. Kış uykusuna yatarak radyasyonun fizyolojik etkilerinden korunabilir.

1. Zebra balıklarının model organizma olarak kullanılmasının nedenleri nelerdir?

....

....

2. Zebra balıklarının özelliklerini göz önünde bulundurduğunuzda hangi araştırmalarda ve hangi hastalıkların tedavisinde model organizma olarak kullanılabileceğini düşünüyorsunuz? Düşüncelerinizi açıklayınız.

....

....

3. Tüm bilimsel çalışmalarda Zebra balıklarının kullanılmamasının nedenleri neler olabilir?

....

....

4. "Modeller asla son sözü söylemez ama yaklaşık bir fikir verir." sözünü açıklayınız.

....

....

5. Canlıların genomlarının çözümlenmesinin sağlayacağı faydalar neler olabilir? Düşüncelerinizi açıklayınız.

....

....

ARAŞTIRINIZ

Hayvanların kullanılmadığı “Bilimsel Alternatif Deney Metotları” konusu ile ilgili araştırma yapınız. Araştırmanızın sonucunu ve model organizmaların kullanılması ile ilgili düşüncelerinizi sınıfta tartışınız.

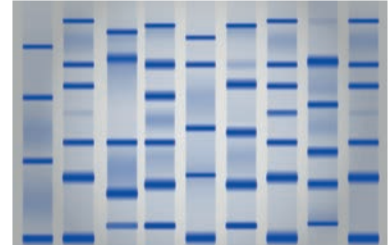
- **İnsan Genom Projesi**

İnsanlık tarihindeki en büyük keşiflerden biridir. 1990'da başlayıp 13 yıllık uluslararası bir çalışma sonucu 2003'te tamamlanmıştır. Bu projenin amacı insan genomunun haritalandırılması ve anlaşılmasıdır. **Genom**, bir türün bütün genlerini tanımlar. Herhangi bir genomu haritalandırmanın en önemli amacı, her bir kromozomun nükleotit dizisini belirlemektir. Genom projeleri insandan önce maya, meyve sineği, fare vb. diğer canlı türleri üzerinde yapılmıştır. Özellikle meyve sineğinin ve farenin genetik işleyişinin insanlarla büyük oranda benzerlik göstermesi bu model organizmalar üzerindeki çalışmaları daha önemli hâle getirmiştir.

İnsan, bugüne kadar kapsamlı olarak genom dizisi belirlenen ilk omurgalıdır. İnsan genomunda yaklaşık 3 milyardan fazla nükleotit bulunduğu tahmin edilmektedir. İnsan genomu, insan gelişimi ve fizyolojisi hakkında olağanüstü bilgiler barındırmaktadır. Hastalıkların erken tanısında ve tanının kolaylaştırılmasında, hastaların genetik yatkınlıklarının tanımlanmasında bu projeden yararlanılmaktadır. Ayrıca daha etkili ilaçların ve kontrol sistemlerinin geliştirilmesinde, geliştirilen ilaçların kimlerde etkili olabileceğinin önceden belirlenmesinde insan genom projesinden faydalanılır.

- **DNA Parmak İzi**

İnsan genomunda anlamlı ve anlamsız baz dizileri vardır (Anlamsız diziler; herhangi bir proteini kodlamayan, büyük çoğunluğu tekrar eden DNA dizilerinden oluşmaktadır.). Baz dizilerinin jel üzerinde oluşturdukları bantlı yapılara (Görsel 1.41) **DNA parmak izi** denir. DNA parmak izi, yalnızca bir türü veya belirli bir özelliği tanımlamaktan ziyade belirli bir bireyi tanımlamanın yollarındandır. Tek yumurta ikizleri hariç iki insanın DNA'sı %99,9 oranında aynıdır. Geri kalan kısım parmak izi gibi kişiye özgüdür. Bu, çok düşük bir oran gibi görünebilir. İnsan DNA'sının yaklaşık üç milyar nükleotit çifti içerdiği göz önüne alındığında iki insanın DNA'larında üç milyon farklı nükleotit çifti bulunduğu söylenebilir. Bu teknikte DNA örnekleri kan, saç, tükürük, sperm gibi vücut hücrelerinden sağlanabilir. DNA parmak izi analizi babalık testinde, kalıtsal hastalıkların tanısında, genetik çeşitlilik belirlemede, moleküler arkeoloji ve kriminoloji alanlarında kullanılmaktadır.



Görsel 1.41: DNA parmak izi

DNA parmak izinin çıkarılmasında polimeraz zincir reaksiyonu ve elektroforez tekniklerinden yararlanılır.

BİLGİ DAĞARCIĞI

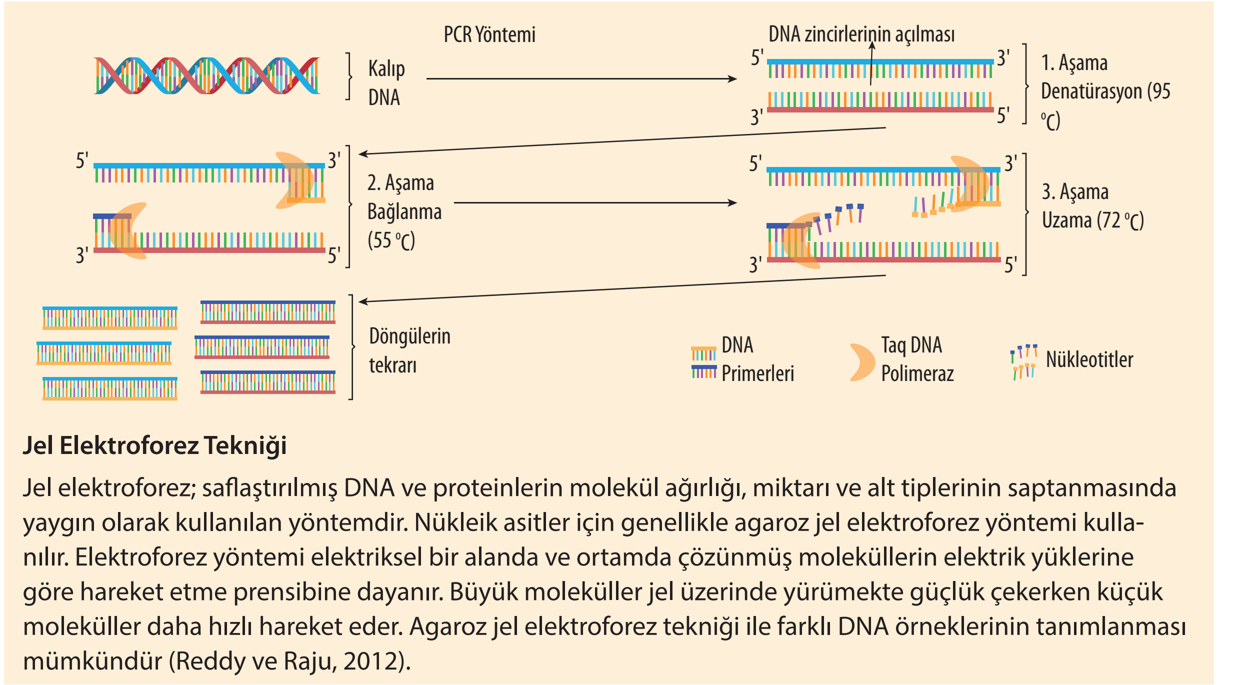
PCR [Polymerase chain reaction (Polimireys çeyn reakşın)]

PCR, belirli bir DNA parçasının kopyalanmasına ve çoğaltılmasına olanak sağlayan *in vitro* (laboratuvar ortamında) bir yöntemdir. PCR yapmaktaki amaç, yüksek ısıda zarar görmeyen DNA'daki özgün bölgelerin polimeraz enzimi yardımı ile çoğaltılmasını sağlamaktır.

PCR yöntemi 3 aşamadan oluşmaktadır.

1. DNA Zincirinin Açılması (Denatürasyon): Çift zincirli DNA yapısının yüksek ısı yardımıyla birbirinden ayrılması aşamasıdır. Çoğunlukla DNA'lar 94-98 °C arasında denatüre edilebilir.
2. Primerlerin Açılan DNA Zincirlerine Yapışması (Bağlanma): **Primer**, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) tekniğinde kullanılan hedef diziyi tamamlayan kısa tek iplikli DNA dizisidir. Primerler, tek zincir olarak açılmış DNA'ların üzerindeki komplementer (tamamlayıcı) bölgelere daha düşük sıcaklıkta bağlanır. Ortalama bağlanma ısısı 45-70 °C arasında değişmektedir.
3. Primer Uzaması: PCR'ın son aşamasıdır. Genellikle 72 °C'ta zincirin uzatıldığı aşamadır.

PCR yönteminin gelişmesinde en büyük katkıyı *Thermus aquaticus* (Termus akuatikus) bakterisinden izole edilen Taq DNA polimeraz enziminin bulunması yapmıştır. Çünkü bu enzim, yüksek sıcaklıklara dayanabilen bir enzimdir. PCR yöntemi genetik hastalıkların tanısı, gen ve kromozom mutasyonlarının analizi ve babalık testleri gibi birçok moleküler biyoloji testlerinde ve genetik testlerde kullanılmaktadır (Joshi ve Deshpande, 2010).



Jel Elektroforez Tekniği

Jel elektroforez; saflaştırılmış DNA ve proteinlerin molekül ağırlığı, miktarı ve alt tiplerinin saptanmasında yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Nükleik asitler için genellikle agaroz jel elektroforez yöntemi kullanılır. Elektroforez yöntemi elektriksel bir alanda ve ortamda çözünmüş moleküllerin elektrik yüklerine göre hareket etme prensibine dayanır. Büyük moleküller jel üzerinde yürümekte güçlük çekerken küçük moleküller daha hızlı hareket eder. Agaroz jel elektroforez tekniği ile farklı DNA örneklerinin tanımlanması mümkündür (Reddy ve Raju, 2012).

SIRA SİZDE

Farklı bireylere ait DNA parmak izlerinin karşılaştırılmasında PCR yöntemi ile elde edilen ve jel elektroferezde yürütülen DNA'ların bant görünümlerinden yararlanılır. Bu yöntemde aynı bantlara sahip olma oranı artıkça benzerlik ilişkisi artar.

Anne ve babanın DNA parmak izi görüntüsünden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

BABA ANNE 1 2 3 4

1. Kaç numaralı DNA parmak izi görüntüsü dayıya aittir?

....

....

2. Kaç numaralı DNA parmak izi görüntüsü halaya aittir?

....

....

3. Kaç numaralı DNA parmak izleri çocuklara aittir?

....

....

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Ambalajların üzerindeki barkodlar ile DNA parmak izi diyagramı arasında nasıl bir ilişki vardır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

- **Kök Hücreler**

Farklılaşmamış, kendini yenileyebilen, uygun şartlar sağlandığında özelleşmiş hücrelere dönüşebilen hücrelerdir.

Genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

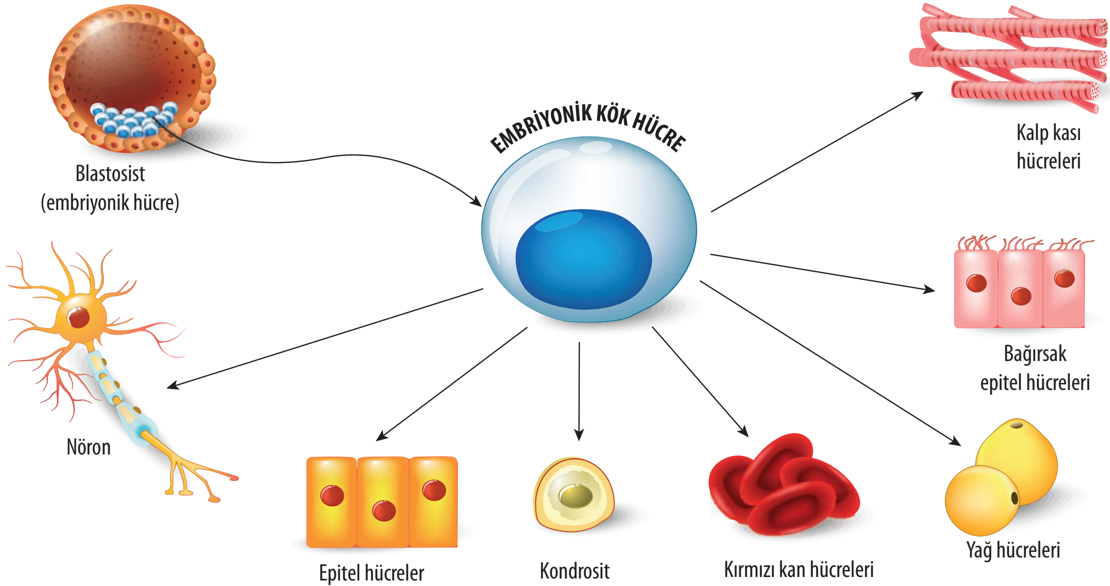
- Uygun bir büyüme ortamında çoğaltılabilirler.
- Sınırsız çoğalma yetenekleri vardır.
- Temas ettikleri hücrelere dönüşme potansiyeline sahiptirler.
- Kendilerini yenileyebilir veya kendi hücre topluluklarının devamını sağlayabilirler.
- Vücudun bir yerindeki zedelenmeyi takiben bu dokuyu onarabilme ve onu işlevsel hâle getirebilme potansiyeline sahiptirler.

Genel olarak embriyonik kök hücre ve yetişkin kök hücre olmak üzere iki tip kök hücre bulunur. Bu hücrelerin vücutta bulunduğu yerler ve özellikleri Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4: Kök Hücrelerin Vücutta Bulundukları Yerler

Embriyonik Kök Hücreler	Yetişkin Kök Hücreler
Embriyonik kök hücreler, embriyonun erken evrelerinde elde edilir. Bu kök hücreleri kültür ortamında yetiştirmek daha kolaydır. Daha hızlı çoğalma ve daha fazla hücre tipine dönüşebilme yetenekleri vardır.	Yetişkin kök hücreler vücudun doku ve organlarındaki farklılaşmamış hücrelerdir. Her yaştaki insanda bulunan bu hücreler, işlevselliği bozulan veya ölen hücrelerin yerini alabilir. Bu kök hücreler; deri, kemik iliği ve yağ dokuda bol miktarda bulunur. Doğum sırasında göbek kordonundan elde edilen kök hücreler, kordon kan bankalarında saklanır. Özellikle akraba ve gen benzerliği olan hastalarda kök hücre tedavisinde kullanılır.

Görsel 1.42'de embriyonik kök hücrenin dönüşebildiği farklı hücre tipleri gösterilmiştir.

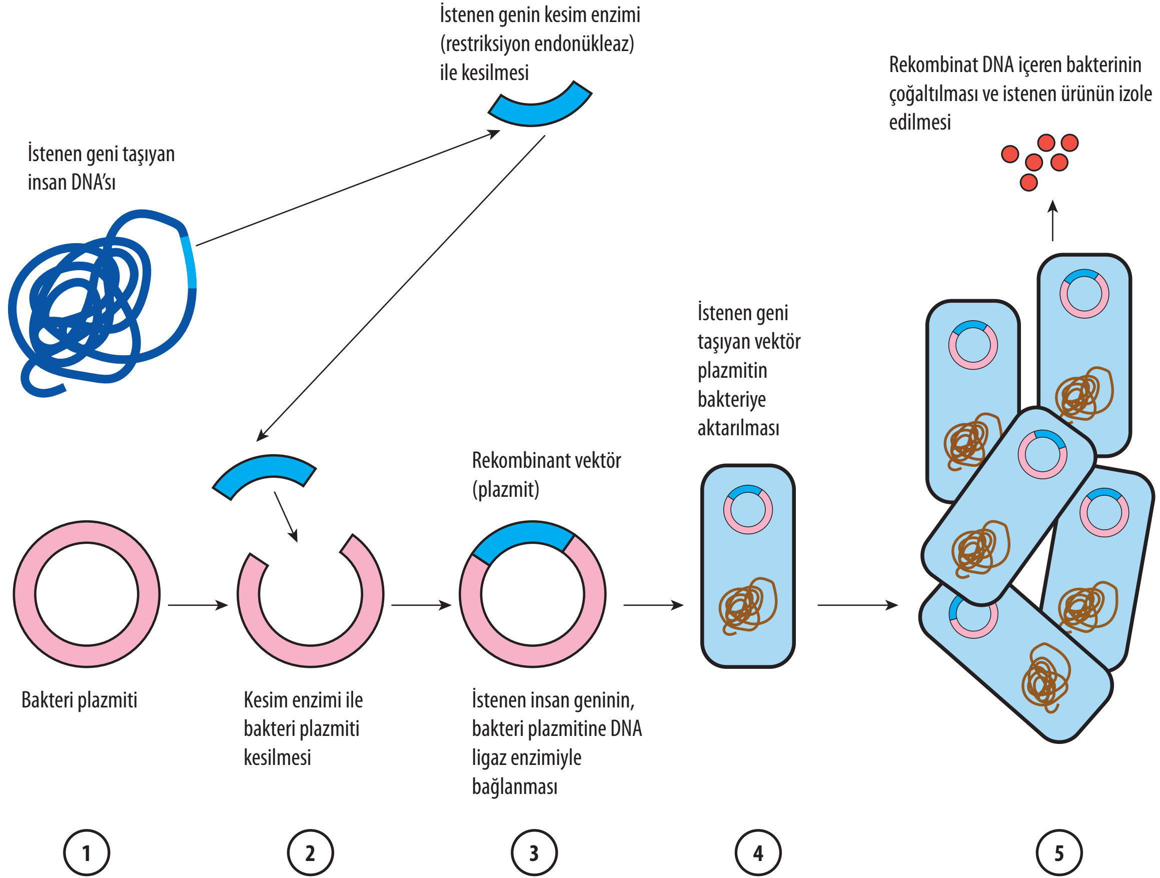


Görsel 1.42: Embriyonik kök hücresinin dönüşebileceği bazı hücre örnekleri

Klinik uygulamalar ile ilgili araştırmalarla kemik iliği kanserleri, lösemi, anemi, Akdeniz anemisi, organ kanserleri, plazma hücre hastalıkları, kemik iliği yetmezliği, kalıtsal ve doğumsal kan hastalıkları, immun yetersizliğine bağlı gelişen hastalıklar, kalıtsal metabolik hastalıklar, sinir sistemi hastalıkları, kalp hastalıkları, diyabet gibi birçok hastalığın tedavi edilmesi amaçlanmaktadır.

- **Gen Klonlama**

Genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak belirli bir genin veya DNA dizisinin tam kopyalarının (klonlarının) üretilmesi sürecidir. Farklı kaynaklardan gelen genleri içerecek şekilde modifiye edilen DNA molekülüne **rekombinant DNA** denir. Rekombinant DNA, ya genetik rekombinasyon yoluyla ya da rekombinant DNA teknolojisiyle elde edilir. Genlerin klonlanmasında çoğunlukla bakterilerden yararlanılır. Çünkü bakteriler, hızlı çoğalır ve kolaylıkla izole edilebilir. Klonlamada bakteri sitoplazmasında bulunan ve hücre DNA'sından bağımsız olarak çoğalan, **plazmit** adı verilen halka şeklindeki küçük DNA parçaları kullanılır. Gen klonlanmasının önemli aşamaları Görsel 1.43'te gösterilmiştir.



Görsel 1.43: Gen klonlama aşamaları

Gen klonlama aşamaları aşağıda gösterilmiştir.

1. İstenen geni taşıyan DNA ve vektör olarak kullanılacak bakteri plazmiti saf olarak elde edilir.
2. Vektör olarak kullanılacak bakteri plazmiti ve klonlanacak gen aynı restriksiyon endonükleaz enzimi ile kesilir.
3. İstenen geni taşıyan DNA parçası ile bakteri plazmiti DNA ligaz enzimi yardımıyla birleştirilerek rekombinant DNA molekülü elde edilir.
4. Rekombinant DNA, bir bakteri hücresine aktarılır ve rekombinant bakteri hücresi elde edilir.
5. Tekrarlanan hücre bölünmeleriyle rekombinant DNA molekülünün çok sayıda kopyası oluşur ve gene ait olan ürün izole edilir.

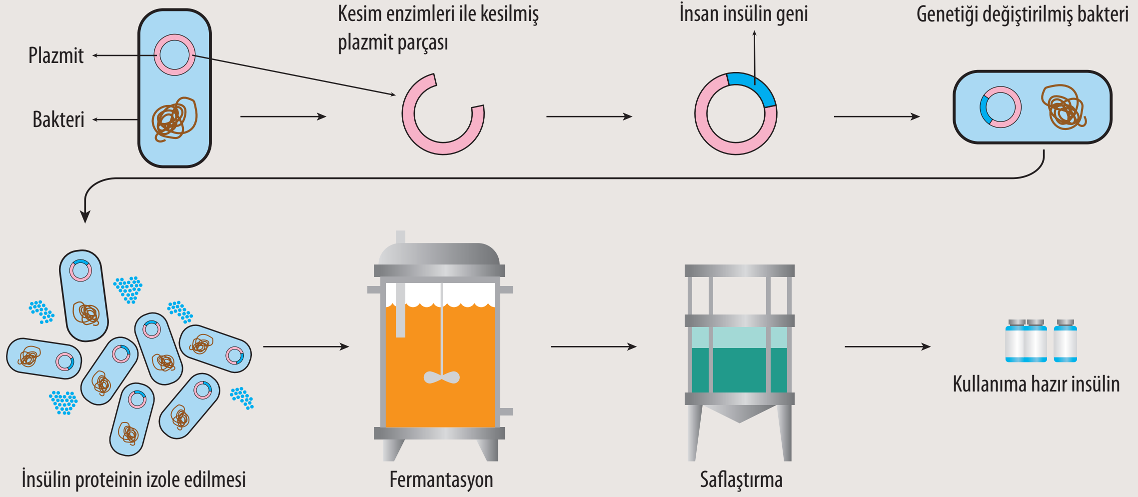
ARAŞTIRINIZ

Gen teknolojileri, DNA parmak izi analizi, kök hücre teknolojileri ve bunların kullanım alanlarını araştırarak araştırma sonuçlarınızın ortak noktalarını sınıf panosunda paylaşınız.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen bilgi ve grafik bilgiyi göz önünde bulundurarak soruları cevaplayınız.

1980 yılında sağlıklı bireylerden izole edilen ve insülin üretiminden sorumlu genler, *E. coli* bakterilerinin genomuna aktarılarak ilk kez rekombinant DNA teknolojileri endüstriyel amaçla kullanılmıştır. Bakteride üretilen insülinin ilaç şekline getirilme süreci grafik bilgi olarak verilmiştir.



1. Rekombinant DNA oluşumunda restriksiyon enzimlerinin rolü nedir?

....

....

2. Rekombinant DNA oluşturma sürecinde hem istenen DNA bölümünün hem de bakteriyel plazmitin aynı restriksiyon enzimiyle kesilmesinin nedeni nedir?

....

....

3. İnsülinin rekombinant DNA teknolojisiyle elde edilmesinin avantajları nelerdir? Tartışınız.

1.2.4. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARININ İNSAN HAYATINA ETKİSİ

Biyoteknoloji uygulamaları tarımdan tıbba kadar çeşitli alanlara yayılmıştır. Biyoteknoloji; giyilen kıyafetlerden onların nasıl yıkandığına, yenen yiyeceklerden onların nasıl elde edildiğine, hastalıkların tedavisinde kullanılan ilaçlara ve hatta araçları hareket ettirmek için kullanılan yakıta kadar günlük hayatta büyük bir rol oynamaktadır.

a) Sağlık Alanındaki Uygulamalar

Yapay doku ve organ üretimi, aşı üretimi, antibiyotik üretimi, insülin hormonu üretimi, interferon üretimi ve gen terapisi gibi çalışmalar genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin sağlık alanındaki uygulamalarındandır.

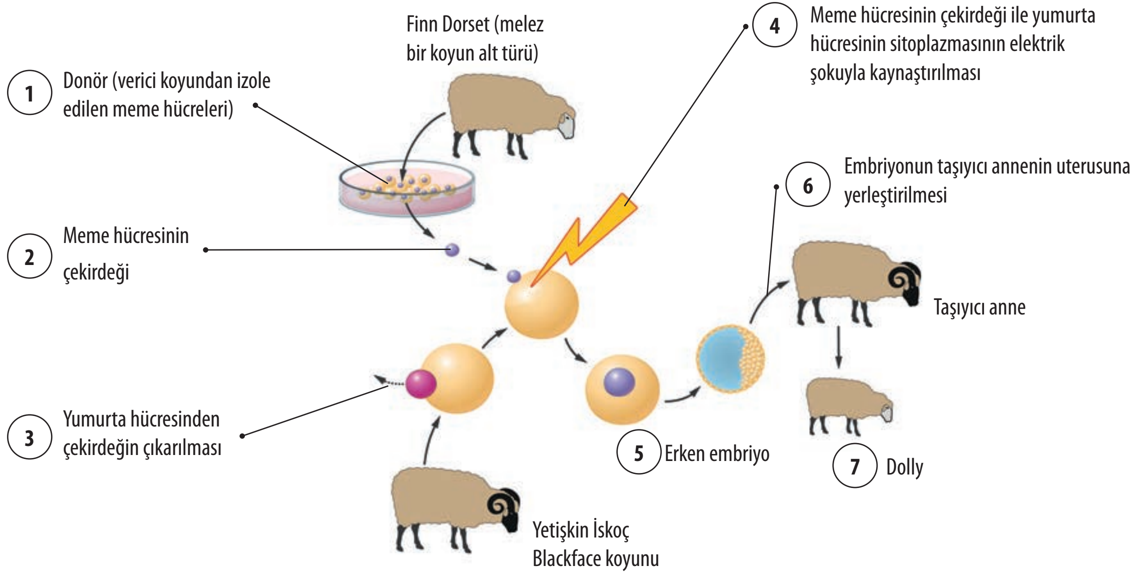
- **Canlı Klonlama**

Klonlama terimi, biyolojik bir varlığın genetik olarak özdeş kopyalarını üretmek için kullanılabilecek bir dizi farklı süreci tanımlar. Bir hücrenin veya organizmanın genetik olarak özdeş kopyasına **klon** denir. Araştırmacılar gen, hücre, doku ve hatta koyun gibi tüm organizmalar dâhil pek çok biyolojik materyalleri klonlamışlardır. Klonlama ilk olarak 1900'lerin başında semender, 1952'de iribaşlar, 1958'de Afrika pençeli kurbağa, 1984'te koyun, 1986'da sığır embriyolarında yapılmıştır.

Klonlama kavramı, 1997 yılında İskoç bilim insanı Dr. Ian Wilmut (İyan Vilmut) ve ekibinin koyun Dolly'yi [Doli (Görsel 1.44)] somatik hücre nükleer transferi (SCNT) ile üretmeleri sonucunda geniş kitlelerce duyulmuştur. Koyun Dolly, 1996 yılında bir Finn Dorset (Fin Dorsi) koyununun meme bezi hücresinden alınan çekirdeğin İskoç Blackface (Bilekfeys) koyunundan alınan çekirdeği çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılması ile başarılı bir şekilde klonlanmıştır.


Görsel 1.44: Dolly'nin tahniti

Başka bir İskoç Blackface koyununun rahminde kalan Dolly, Finn Dorset koyununun genetik bir kopyası olarak dünyaya gelmiştir. 14 Şubat 2003'te Dolly'nin hastalanarak öldüğü basına duyurulmuştur. Dolly'nin klonlanma süreci Görsel 1.45'te gösterilmiştir.



Görsel 1.45: Dolly'nin klonlanması

Dolly'nin klonlanma aşamaları aşağıda verilmiştir.

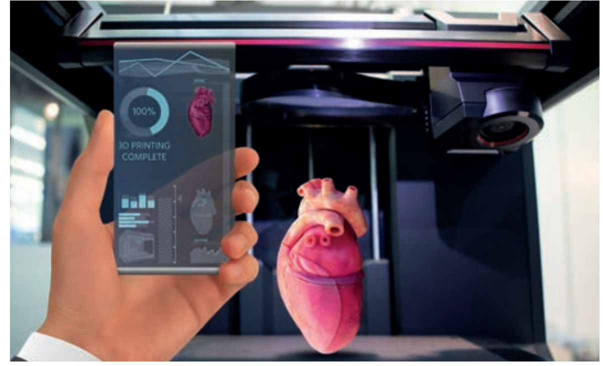
1. Finn Dorset koyunun meme hücresi alınır. Bu somatik hücre genetik olarak bir koyunun oluşması için gerekli bütün genleri içermektedir. Fakat bu genlerden sadece bir kısmı aktif durumdadır.
2. Finn Dorset koyununun meme hücresi besin bakımından fakir bir ortama alınarak hücre döngüsü durdurulur. G_0 evresine giren hücrenin bütün genleri aktifleşmiş durumdayken çekirdeği çıkarılır.
3. Yetişkin İskoç Blackface koyundan alınan yumurta hücresinin çekirdeği çıkarılır.
4. Finn Dorset koyunundan alınan meme hücresinin çekirdeği, yetişkin İskoç Blackface koyununun sadece çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresinin içine yerleştirilip elektrik akımı yardımıyla kaynaştırılır.
5. Elektrik akımı aynı zamanda yumurta hücresinin bölünmeye başlamasını sağlar. Hücre füzyonundan sonra, nükleer transfer yapılmış embriyolar 6 gün süreyle in vitro kültür ortamında kültüre edilir.
6. Embriyo taşıyıcı anne görevini yapacak olan farklı bir yetişkin İskoç Blackface koyunun uterusuna yerleştirilir.
7. Embriyonik gelişimin tamamlanması ile bir kuzu dünyaya gelir. Bu kuzu, genetik olarak meme hücresinin çekirdeğinin kullanıldığı Finn Dorset koyunuyla özdeştir.

İnsan klonlaması ile ilgili tartışmalar, en önemli gündem konusunu oluşturmuştur. İnsan klonlamasına karşı yasalar çıkarılmış ve çıkarılmaya da devam edilmektedir. Etik açıdan birçok tartışmanın yaşandığı bu konu, özellikle hayvancılık açısından son dönemde üzerinde çalışılan konuların başında gelmektedir.

Türkiye'de ilk klonlama, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Döllenme ve Suni Tohumlama Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sema Birler başkanlığındaki ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ilk klonlanan canlılar olan kuzu Oyalı ve buzağı Efe'den sonra 5 Ocak 2010 'da dişi Anadolu sığırları Ece ve Ecem klonlanmıştır. Hayvan klonlama önemli tıbbi bilimsel gelişmelerin kapısını aralamakta büyük umut olmuştur. Organ nakillerinde bu klonlanmış hayvanlar kullanılabilir. Bunun yanı sıra süt ve yün üretimi gibi amaçlar için de klonlanmış hayvanlar olası bir kaynak sıkıntısına çözüm olabilir. Ayrıca klonlama çalışmaları ile verimli hayvan ırklarının özellikleri korunarak çoğaltılması mümkündür. Özellikle nesli tükenme tehlikesi altında olan hayvanlar kolaylıkla üretilebilir.

Yapay Doku ve Organ Üretimi

Uygun laboratuvar ortamında canlı hücrelerden oluşturulan dokulara **yapay doku** denir. Hasarlı veya işlevini yitirmiş bir organın yerine tasarlanan organlara ise **yapay organ** (Görsel 1.46) denir. Son dönemde üzerinde en çok çalışılan konulardan biri kök hücre teknolojileriyle yapay doku ve organ üretimidir. Doku ve organ naklinin hayat kurtardığı bilinen bir gerçektir. Uygun doku ve organ temin edilmesi her zaman mümkün olmadığından yapay doku ve organ üretiminin önemi gittikçe artmaktadır. Bunun yanında yeterli organ bağışı yapılsa bile bazı tıbbi sorunlarla karşılaşılmaktadır. Bu nedenle başta kalp, pankreas, böbrek, deri, kulak, damar ve rahim olmak üzere birçok organın yapay olarak üretilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.



Görsel 1.46: Yapay organ

ARAŞTIRINIZ

Doku ve organ nakillerinde karşılaşılan problemlerle ilgili yapılan çalışmaları araştırarak rapor hâline getiriniz. Araştırma sonuçlarını sınıf panosunda paylaşınız.

- **Aşı**

Enfeksiyon hastalıklarına karşı bağışıklık sistemimize mikroorganizmaları tanıtmak için kullanılan biyolojik ürünler **aşı** olarak tanımlanır. Son dönemde geleneksel aşıların yanında biyoteknolojik yöntemler ile geliştirilen aşılar da kullanılmaktadır. Bu aşıların üretiminde mikroorganizmaların hastalığa neden olan genleri kullanılır. Bu genler mikroorganizmalardan izole edilerek taşıyıcı bir hücreye aktarılır. Aktarılan genin ifadesi olan protein, taşıyıcı hücrede bol miktarda üretilir ve bu proteinler aşı yapımında kullanılır.

COVID-19 koronavirüsünün genomu tek zincirli RNA'dan oluşmaktadır. Dünyayı etkisi altına alan COVID-19 salgınıyla mücadele, biyoteknolojik yöntemlerle üretilen aşıları dünya gündemine getirmiştir. COVID-19'a karşı geliştirilen mRNA aşısı da bunlardan biridir ve mRNA aşısı, COVID-19 virüsünün kılıfında bulunan spike (spayk) proteininin genetik kodunu taşıyan mRNA'yı içerir. Bu aşı kişiye enjekte edildikten sonra kişinin hücreleri, bu genetik kodu kullanarak bağışıklık sistemini uyaran antijenleri üretir ve bağışıklık sistemini harekete geçirir. mRNA sınırlı bir süre boyunca vücutta kaldığı süre boyunca bağışıklık sistemini güçlü bir şekilde uyarır. Türk bilim insanı Prof. Dr. Uğur Şahin ve Dr. Özlem Türeci'nin kurucu ortağı olduğu Alman biyoteknoloji firması, mRNA aşısının pozitif etkisine ilişkin verileri paylaşan ilk aşı geliştiricileri olmuştur. Türkiye'de COVID-19 salgınına karşı geleneksel yöntemlerle üretilen TÜRKOVAC, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Aykut Özdarendeli ve ekibi tarafından geliştirilmiştir. Bunun yanında virüs benzeri parçacık (VLP) temelli ilk yerli COVID-19 aşısını Prof. Dr. Mayda Gürsel ile birlikte Prof. Dr. İhsan Gürsel geliştirmiştir. Ayrıca diğer hastalıklara karşı da biyoteknolojik aşı çalışmaları yapılmaktadır.

- **Antibiyotikler**

Antibiyotikler; bakteri üremesini engelleyen veya bakterileri öldüren biyosentetik kökenlerine göre doğal, yarı sentetik veya sentetik biyoteknolojik ürünlerdir. Genellikle bakteri popülasyonunun gelişmesini önlemek için mantar veya rekabetçi bakteri gibi mikroorganizmalar tarafından doğal olarak üretilirler. Antibiyotiklerin kimyasal yolla üretimi zor ve pahalıdır. Rekombinant DNA teknolojisi ile daha ucuz ve fazla miktarda antibiyotik üretimi mümkün olmaktadır. Antibiyotiklerin elde edilmesinde mikroorganizmaların antibiyotik üretiminden sorumlu geni izole edilir ve bu genin sentezlediği protein taşıcıyı bir hücrede bol miktarda üretilir. Rekombinant DNA teknolojisi yöntemi ile üretilen antibiyotiklerin etkinliğini artırmak için birçok çalışma yapılmaktadır.

- **İnsülin**

Pankreasın beta hücreleri tarafından üretilir ve vücuttaki karbohidrat ve yağ metabolizmasının düzenlenmesinde kilit rol oynar. Şeker hastalığının tedavisinde kullanılan rekombinant insülin, üretilen ilk ticari rekombinant üründür. Bu teknoloji ile sağlıklı bireylerden izole edilen insülin üreten genler, *E. coli* bakterilerinin genomuna aktarılır. Bakteride üretilen insülin, ilaç şekline getirilir. Rekombinant insan insülini çabuk ve etkili cevap verir. Ayrıca rekombinant insan insülininin immün sistemle ilgili yan etkileri daha azdır. Bu hormon 1980'li yıllara kadar domuz ve sığırdan elde edilmiştir.

- **İnterferon**

1950'li yıllardan beri bilinen interferonlar bakteri, virüs, parazit ve tümör hücrelerine karşı bağışıklık sistemi tarafından oluşturulan doğal proteinlerdir. İnterferon, kandan izole edilerek viral kökenli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. İnsanda interferon üreten gen *E. coli* bakterisine aktarılmakta ve böylece bakterinin interferon üretmesi sağlanmaktadır. İlaç firmaları, rekombinant DNA teknolojisi ile interferonların seri şekilde üretimini gerçekleştirmektedir. İnterferonlardan kanser tedavilerinde de yararlanılmaktadır.

- **Gen Terapisi**

Gen terapisi, işlev ve yapı bakımından bozuk bir genin fonksiyonunun düzenlenmesi veya gen aktarımı yoluyla bu genlerin sağlıklı olanlarıyla değiştirilmesini amaçlar. Kalıtsal hastalıklar, kalp damar hastalıkları, kanser, Parkinson hastalığı ve Alzheimer (alzaymır) gibi hastalıklar gen terapisi ile tedavi edilmeye çalışılmaktadır. Gen tedavisinin en yaygın biçimi, mutasyona uğramış bir genin fonksiyonunun düzenlenmesi için genomik bölgeye fonksiyonel genlerin bir vektör aracılığıyla eklenmesidir. Gen ilavesi, gen değişimi, gen ifadesinin baskılanması ve özgün hücrelerin öldürülmesi gen terapisinin tedavi şekilleridir. Bozuk bir genden dolayı yaşam için gerekli bir enzimi üretemeyen kemik iliği hücreleri gen değişimi ile tedavi edilebilir. Kemik iliği hücrelerinden bazıları hastadan alınır ve bu hücrelere bir virüs aracılığı ile normal gen eklenir. Bu hücreler hastaya geri verilir. Eğer bu işlemde başarı sağlanırsa bu hücreler hastanın yaşamı boyunca çoğalacak ve eksik enzimi üreterek hastanın sağlığına kavuşmasını sağlayacaktır.

- **Kanser Tedavisi**

Kanser tedavisinde kemoterapi, radyoterapi ve ameliyat gibi yöntemlerin yanında son yıllarda farklı kanser türlerinin tedavisi için gen terapisi yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca kanser hastalarında kişiye özgü tedavi önem kazanmaktadır. Gen bazlı araştırmalara dayanarak doğru ilaç ve dozaj belirlenebilmektedir. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları ile elde edilen aşılar, bazı kanser türlerinin tedavisinde kullanılmaktadır. Rahim ağzı kanserinin oluşumunu engellemek için aşı uygulamaları yapılmaktadır.

- **Genetik Danışmanlık**

Bir ailede genetik bir bozukluğun araştırılması, tanısı, testleri ve tedavisini içeren danışanlar ve genetik danışman arasında sürdürülen kapsamlı bir iletişim sürecidir. Ailenin soyağacı çıkarılarak varsa kalıtsal hastalıklarının incelenmesi ve genetik testlerin yapılması genetik danışmanlık sürecinde kullanılan uygulamalardandır. Özellikle riskli gebeler, akraba evliliği yapan çiftler, ailesinde kalıtsal hastalıklar görülen ve genetik risklerini belirlemek isteyen bireyler genetik danışmanlık hizmetlerinden yararlanmalıdır.

b) Tarım ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar

Genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin tarım alanındaki uygulamalarının amacı; bitkileri zararlı canlılara karşı dirençli hâle getirmek, ürünlerin besin değerlerini artırmak, üretim maliyetlerini azaltmak ve bitkilerin dayanıklılığını artırarak ürün kalitesini yükseltmektir.

- **Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)**

Yeni genetik özelliklerin rekombinant DNA teknolojisiyle aktarılması sonucu oluşan canlılara **transgenik canlılar** veya **genetiği değiştirilmiş organizmalar** (GDO) denir. Genetik değişim, DNA'daki özelliklerin değiştirilmesiyle yapılmaktadır. Bu değişiklikler, canlıya başka bir organizmadan gen aktarılması ve DNA'da bulunan genin biyoteknolojik uygulamalarla farklılaştırılması ile organizmaya yeni bir özellik kazandırılması olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

Son zamanlarda rekombinant DNA teknolojisi sayesinde yaşamsal öneme sahip birçok ilaç ve aşı ekonomik olarak üretilmektedir. Besinler istenilen özelliklere kavuşmakta ve daha dayanıklı hâle gelebilmektedir. Ürünlerin verimleri artırılmakta ve açlıkla mücadelede etkili rol oynayabileceği düşünülmektedir. Tarımsal ürünlerde hastalıklar ve zararlılar ile mücadele edilebilmektedir. Bunlar organizmaların genetiğinin değiştirilmesinde potansiyel yarar sağlar. Bunun yanında organizmaların genetiğinin değiştirilmesinin potansiyel riskleri de vardır. Gıda alerjisi olan kişiler, günlük besin maddelerine eklenen yabancı proteinlerden zarar görebilirler. Gen transferiyle her şeye dirençli bitkiler oluşturulursa bu bitkiler her yeri istila edebilir. Büyük sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir. Rekombinant DNA teknolojisi ile genetiği değiştirilmiş polenler rüzgâr, kuşlar ve böcekler tarafından hem organik hem de klasik tarımın yapıldığı alanlara taşınmakta ve genetik kirliliğe neden olabilmektedir.

SIRA SİZDE

Aşağıda altı şapkalı düşünme etkinliği ve şapkaların ifade ettiği düşünce şekilleri verilmiştir. Genetiği değiştirilmiş organizmaların ve bunlardan elde edilen ürünlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri konusundaki fikirlerinizi altı şapkalı düşünme tekniğini kullanarak açıklayınız.

Altı Şapkalı Düşünme Etkinliği

Altı şapkalı düşünme tekniğinde şapkalar düşünmeyi, şapkaların renkleri ise insanın düşünme şeklini ifade eder. Şapkaların renklerine göre anlamı aşağıda verilmiştir.

Beyaz Şapka: Saflığı, netliği, tartışmasız olarak kabul edilen bilgileri temsil eder. Mevcut veya eksik bilgilere yoğunlaşmak için kullanılır.

Kırmızı Şapka: Tutkuları, duyguları, sezgileri temsil eder. Kırmızı renk, ateşi ve sıcaklığı çağrıştırır. Kırmızı şapka; duygu, sezgi ve heyecanlarla ilgilidir.

Siyah Şapka: Olumsuzlukları, riskleri, o kararın alınması durumundaki tehlikeleri temsil eder. Siyah şapka tehlikelere dikkat çeker.

Sarı Şapka: Olumlulukları, avantajları, o kararın alınması durumunda sağlanacak yararları ve fırsatları temsil eder. Sarı renk, güneş ışığını ve iyimserliği çağrıştırır.

Yeşil Şapka: Yaratıcılığı, üretkenliği, bu kararın alınmaması durumunda yapılabilecekleri temsil eder.

Mavi Şapka: Serinkanlı bir biçimde karar vermeyi temsil eder. Mavi şapka, düşünme sürecini gözden geçirmek ve karar vermek için kullanılır.


Beyaz şapka: ....
....
....


Kırmızı şapka: ....
....
....


Siyah şapka: ....
....
....


Sarı şapka: ....
....
....


Yeşil şapka: ....
....
....


Mavi şapka: ....
....
....

c) Endüstri Alanındaki Uygulamalar

Rekombinant DNA teknolojisiyle endüstriyel enzimler üretilir. Bu enzimlerin bazıları, sentetik olarak da üretilebilmektedir ancak biyoteknolojik yöntemlerle daha hızlı ve ekonomik üretim yapılmaktadır. Bu yöntemlerle üretilen enzimler; tıp, tekstil, dericilik, gıda endüstrisi, kâğıt endüstrisi ve temizlik sanayisinde kullanılmaktadır. Vitaminler ve bazı deterjanlar biyoteknolojik çalışmalar sonucu üretilmiş endüstriyel ürünlerdendir.

ç) Çevre Alanındaki Uygulamalar

Transgenik mikroorganizmalar, çevreyi kirleten faktörlerin yok edilmesinde veya bu faktörlerin azaltılmasında kullanılmaktadır. Bazı bakteriler ağır metallerin kirletici özelliğini azaltmaktadır. Atık suların ve kanalizasyon sularının arıtılmasında, evsel atıkların zararlarının ortadan kaldırılıp yeni ürünlerin elde edilmesinde, petrol ve maden atıklarının zararlarının ortadan kaldırılmasında transgenik mikroorganizmalar kullanılmaktadır.

Biyoürün, canlıların oluşturduğu maddelerin işlenmesi ile elde edilen üründür. Biyoürünlerin yarılanma ömrü, petrol ürünlerine göre oldukça kısa olduğu için biyoürünler doğaya daha az zarar verir. Organik asitler, çözücü maddeler, esterler, selüloz ve kitosan gibi polimerler, gübre, biyoplastik, biyogaz ve biyodizel biyoürünlerdendir.

3. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Biyoplastik Üretilmesi
Etkinliğin Amacı	Biyolojik materyallerden biyoürün elde edebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması :20 dakika, Bekleme süresi: birkaç gün
Araç Gereç	Mısır nişastası, saf su, gliserin, sirke, gıda boyası, dereceli silindir ya da ölçü kabı, beher ya da ısıya dayanıklı kap (tava vb.), çay kaşığı, A4 boyutunda alüminyum folyo, ısıtıcı

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Üzerinde hacim ölçümü için derecelendirmeler bulunan bir ölçü kabı yardımı ile 60 mL saf suyu ısıya dayanıklı bir kaba doldurunuz.
- Yaklaşık 5 çay kaşığı (10 g) mısır nişastası ekleyip karıştırınız.
- Nişasta ve su karışımına yaklaşık bir çay kaşığı (5 mL) sirke ve bir çay kaşığı (5 mL) gliserin ekleyip karıştırınız.
- Hazırladığınız karışıma bir damla gıda boyası damlatınız.
- Renk, karışımın her yerine eşit bir şekilde dağılıncaya kadar karıştırınız.
- Karışımı ısıtıcının üzerine koyunuz ve karışımdan kabarcıklar çıkmaya başlayıncaya kadar karıştırınız ve yarı şeffaf jel hâline gelince karışımı ısıtıcının üzerinden alınız.
- Karışım soğumadan karışımı alüminyum folyo üzerine kaşıkla yayınız. Kuruması için birkaç gün bekleyiniz. Biyoplastik yaparken farklı renkte gıda boyaları ve kalıplar kullanarak biyoplastiğinize farklı şekiller verebilirsiniz.

Sonuçlandırma

1. Elde ettiğiniz biyoplastiği fiziksel olarak tanımlayınız.

....

....

2. Ürettiğiniz biyoplastikleri nerelerde kullanabilirsiniz?

....

....



3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Biyoplastiklerin canlılar ve çevreye etkileri ile ilgili düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

d) Biyogüvenlik ve Biyoetik

Biyogüvenlik, modern biyoteknolojinin insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden uygulanmasını sağlamak için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümü olarak tanımlanabilir (Görsel 1.47).

Biyoetik, biyoloji, tıp ve sağlık alanındaki gelişmelerin meydana getirdiği tartışmalı konuları ve etik konularını inceleyen özel bir disiplindir. Biyoetik kavramı, hızlı değişimlerin ahlaki değerlere uygun olması gerektiği düşüncesinden doğmuştur.



Görsel 1.47: Biyogüvenlik tehlike işareti

Artan dünya nüfusu ve gıda ihtiyacından dolayı transgenik ürünlerin kullanımının artması ile biyogüvenlik konusunda yapılan yasal düzenlemeler son dönemde büyük bir önem kazanmıştır. İnsan ve çevre sağlığı dikkate alınarak uluslararası alanda biyogüvenlik üzerine büyük adımlar atılmıştır. Bu kapsamda 24 Mayıs 2000 tarihinde Türkiye'nin de içinde olduğu 130 ülke, transgenik ürünleri riskli kabul eden Biyogüvenlik Protokolü üzerinde anlaşmıştır. Her ülke, uluslararası düzenlemeler sonucunda kendine özgü biyogüvenlik prosedürü oluşturmuş ve uygulamaya başlamıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalar sonucunda ise 2010 yılında oluşturulan düzenlemeler **Biyogüvenlik Yasası** olarak kamuoyuna duyurulmuştur. 5977 sayılı kanunla bilimsel ve teknolojik gelişmeler çerçevesinde, modern biyoteknoloji kullanılarak elde edilen genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve bu organizmaların ürünlerinden kaynaklanabilecek riskleri engellemek insan, hayvan, bitki sağlığı ve biyolojik çeşitliliğin korunup sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla biyogüvenlik sisteminin kurulması ve uygulanması, bu faaliyetlerin denetlenmesi, düzenlenmesi ve izlenmesi ile ilgili esaslar belirlenmiştir. Bu Kanun; GDO ve ürünleri ile ilgili araştırma, geliştirme, işleme, piyasaya sürme, izleme, kullanma, ithalat, ihracat, nakil, taşıma, saklama, paketleme, etiketleme, depolama vb. faaliyetlere dair hükümleri kapsamaktadır.

ARAŞTIRINIZ

Biyogüvenlik ve biyoetik konusunda yapılmış çalışmaları araştırınız. Araştırma sonuçlarını arkadaşlarınızla paylaşınız ve tartışınız.

e) Sosyoekonomik ve Kültürel Bağlamın, Biyolojinin Gelişimine Etkisi

Bilimsel gelişmelerin temelinde insanın merak etme, nedenini sorma, anlama, açıklama ve keşfetme arzusu vardır. Bunun yanında toplumların ihtiyaçları da bilime ve bilimsel çalışmalara yön vermiştir. Toplumun ihtiyaç algısının zamanla değişmesi bilimde ve bilimin odaklandığı çalışmalarda değişime neden olmuştur. Biyoloji biliminin gelişmesinde toplumun ihtiyaçları önemli rol oynamıştır. Teknolojik gelişmeler de biyolojinin gelişimini hızlandırmıştır. Mikroskobun icadı, hücrenin ve DNA'nın keşfine zemin hazırlamıştır. Bu çalışmalarla insan genomu ve birçok organizmaya ait genom dizileri belirlenebilmiştir. Biyoloji alanında yapılan çalışmalar, toplumun gereksinimine göre şekillenmekte ve teknolojik gelişmelerden etkilenmektedir. Biyolojiyi teknoloji ile birleştiren biyoteknoloji disiplini, son dönemde toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında önemli rol oynamaktadır.

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki şekilde hücrede genetik bilgi akışı gösterilmiştir. Buna göre verilen soruları cevaplayınız.



a) a, b ve c olaylarında hangi monomerler kulanılır?

a olayında ....

b olayında ....

c olayında ....

b) a olayı hücre döngüsünde kaç kez meydana gelir?

....

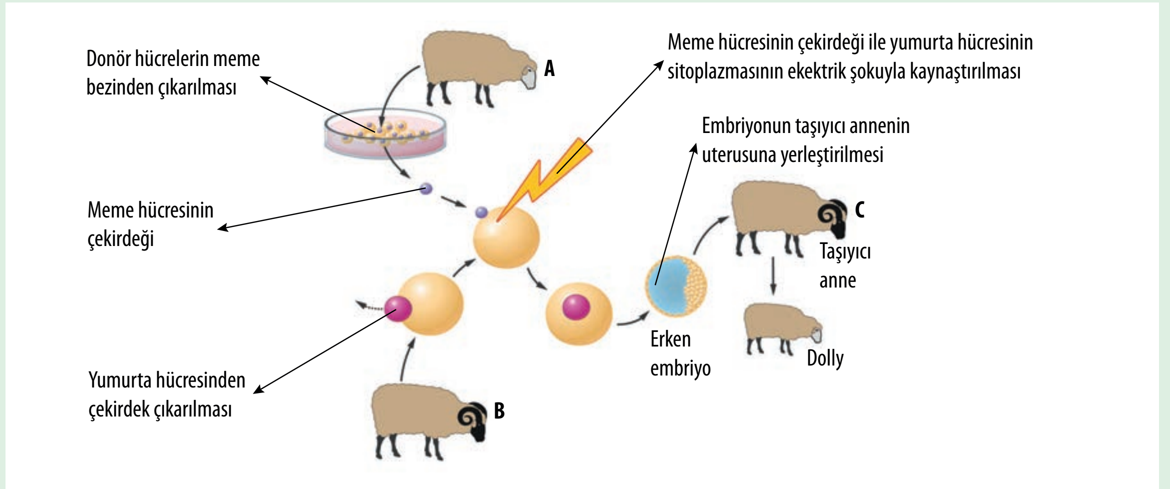
c) a, b ve c olaylarının prokaryot ve ökaryotlarda gerçekleştiği yerleri tabloda uygun olan yerlere yazınız.

	Prokaryot	**Ökaryot**
a olayı		
b olayı		
c olayı		

ç) Hangi olaylarda meydana gelen mutasyon kalıtsal olabilir?

....

2. Aşağıdaki şekilde bir koyunun klonlanması gösterilmiştir. Bu şekilden yararlanarak klonlama ile ilgili ifadelerden doğru olduğunu düşündüğünüz ifadenin başındaki kutucuğa "D", yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadenin başındaki kutucuğa "Y" yazınız. Yanlış olan ifadelerin altına doğrularını yazınız.



☐ Dolly'nin genetik yapısı A ve B koyunları ile aynıdır.

....

☐ C'nin Dolly'e genetik katkısı yoktur.

....

☐ A ve Dolly koyunlarının genotipleri aynı olsa da fenotiplerinde farklılıklar görülebilir.

....

☐ Yumurtaya aktarılan çekirdek haploit yapıdadır.

....

☐ C koyununun uterusuna yerleştirilen zigot, mitoz bölünmeler ile Dolly'i oluşturmuştur.

....

3. Günlük hayatta kullandığımız biyoteknolojik ürünler nelerdir?

....

....

4. Embriyonik kök hücrelerin yetişkin kök hücrelerden farkları nelerdir? Açıklayınız.

....

....

OKUMA PARÇASI

GEN DÜZENLEMENİN ALTIN ÇAĞI

CRISPR-Cas9 SİSTEMİ

Nobel Kimya Ödülü, 2020 yılında "DNA zincirlerini kesmeye ve yeniden birleştirmeye olanak sağlayan CRISPR-Cas9 sisteminin geliştirilmesine katkılarından ötürü", Fransız Mikrobiyolog Emmanuelle Charpentier (İmenuel Şarpıntiyır) ile ABD'li Biyokimyacı Jennifer Anne Doudna'ya (Cenıfır An Diadna) verildi.

Peki, Charpentier ve Doudna'nın keşfinin ardından dünya çapında genetik araştırmalarda kullanılmaya başlanılan CRISPR-Cas9 sistemi nedir?



Görsel 1.48: DNA'da yapılan değişiklik (temsilî)

CRISPR, bazı bakterilerin sahip olduğu ve virüslerden korunmasını sağlayan doğal bir bağışıklık mekanizmasıdır. Virüsler, bakterileri enfekte ettiğinde DNA'larını bakteri hücresinin içine bırakır ve böylece bakteri hücresinin sistemini kullanarak kendisini çoğaltır. Bakteriye yabancı olan bu DNA parçası, bakterinin CRISPR bağışıklık sistemi ile parçalanır. Böylelikle bakteri, viral enfeksiyondan kurtulmuş olur. Bilim insanları bu bilinenden hareketle CRISPR molekülünü kullanarak DNA'da istenilen değişikliği yapabileceklerini düşünmüşlerdir (Görsel 1.48).

Bu sistem hedef DNA dizisini tanıyan bir "rehber RNA"dan ve kesim yapacak Cas (CRISPR ilişkili protein) enziminden oluşuyor. Uygulaması da bir hayli basittir. Araştırmacı incelemek istediği hedef DNA bölgesini tanıyan bir RNA sentezletir. Bu RNA'yı bir miktar Cas enzimiyle karıştırır ve böylece hassas gen düzenleyici bir araç tasarlamış olur. CRISPR-Cas aracılığıyla DNA, tam doğru noktadan kesilir. Hücrenin sahip olduğu DNA bu noktadan tamir edilir.

CRISPR-Cas9 teknolojisi ile kalıtsal özelliği olan kanser, hepatit B ve hatta yüksek kolesterol gibi çok sayıda hastalığın tedavisi mümkündür.

2019 yılında Çin'de yürütülen bir çalışmayla CRISPR sistemi, yemek borusu kanseri olan hastaları tedavi etmek için test edilmiştir. Hangzhou (Hancao) Kanser Hastanesinde tedavi amacıyla kanser hastasından bağışıklık T hücreleri alınır. T hücrelerinde immün sistemi baskılayan PD-1 geni bu sistemle çıkarılır. Modifiye edilen T hücreleri kültüre alınır ve bu hücrelerin sayıları artırılır. Hücreler hastaya tekrar enjekte edilir. Etkisiz hâle getirilmiş PD-1 genini taşıyan bağışıklık hücrelerinin kanser hücrelerine saldırarak etkili bir mücadeleye girmesi ve hastanın kanseri yenmesi sağlanır.

Bugüne kadar kullanılan tekniklerin hepsinden daha hızlı, ucuz ve yüksek doğruluk oranına sahip olması CRISPR-Cas9 sistemini daha değerli hâle getirmiştir.

Elanur Yılmaz, *Gen Düzenlemenin Altın Çağı*

(Düzenlenmiştir.)

1. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



Daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere tabloda verilen terimlerden uygun olanı yazınız.

DNA ligaz	Pürin	Fosfodiester bağı
Replikasyon orijini	DNA polimeraz	Yapay organ
Rekombinant DNA	Poliploidi	Biyogüvenlik
Polizom	rRNA	Pirimidin
Replikasyon çatalı	Antibiyotik	Glikozit bağları

1. Adenin ve guanin, çift halkalı .... bazları grubunda yer alır.
2. Gen aktarımı ile yapısal özelliği değişmiş DNA'ya .... denir.
3. Bazı canlıların somatik hücrelerinde ikiden fazla kromozom takımına sahip olması durumuna .... denir.
4. Aynı çeşit proteinden kısa sürede ve çok miktarda üretilmeyi sağlayan, bir mRNA üzerine birden fazla ribozomun tutunmasıyla oluşan yapıya .... denir.
5. Bir nükleik asit zincirinde iki nükleotit arasında .... bulunur.
6. Biyoteknolojinin insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden uygulanmasını sağlamak için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümüne .... denir.
7. Replikasyonun başlangıç noktasına .... denir.
8. Bakteri üremesini engelleyen veya bakterileri öldüren biyosentetik kökenlerine göre doğal, yarı sentetik ya da sentetik biyoteknolojik ürünlere .... denir.
9. Proteinler ile birlikte .... ribozomun yapısına katılır.
10. Hasarlı veya işlevini yitirmiş bir organın yerine doku mühendisliği yoluyla mekanik ve biyomalzemelerden üretilen organlara .... denir.

Aşağıdaki ifadelerde DNA, RNA ve protein sentezine ait bazı özellikler verilmiştir. İfadelerden DNA'ya ait olanların başına "D", RNA'ya ait olanların başına "R" ve protein sentezine ait olanların başına da "PS" yazınız. (Virüsler hariçtir.)

11. (...) Kodon-antikodon eşleşmesi vardır.	**12.** (...) Yapısında urasil bazı bulunur.
13. (...) Kendini eşleyebilir.	**14.** (...) Kendini eşleyemez.
15. (...) Tek zincirden oluşur.	**16.** (...) Çift zincirden oluşur.
17. (...) AUG kodonu ile başlar.	**18.** (...) Üzerinde genler bulunur.
19. (...) Ökaryotların çekirdeğinde, sitoplazmasında, mitokondri ve kloroplast gibi organellerinde bulunur.	**20.** (...) Üç çeşidi vardır.
21. (...) Protein sentezine şifre verir.	**22.** (...) Ribozom organeli görev alır.
23. (...) Yapısında deoksiriboz şekeri vardır.	**24.** (...) Hücrenin yönetici molekülüdür.
25. (...) Amino asitler kullanılır.	**26.** (...) Monomerler arasında peptit bağı kurulur.

Aşağıda yapılandırılmış gridde (harflendirilmiş kutucuklar) nükleik asitler, protein sentezi, genetik mühendisliği ve biyoteknoloji ile ilgili kavramlar verilmiştir. Kutucuktaki harfleri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) DNA polimeraz	**b) Kök hücreler**	**c) UGC**	**ç) Poliploidi**
d) Gen terapisi	**e) İnterferon**	**f) Model organizmalar**	**g) AUG**
ğ) İnsan genom projesi	**h) Gen**	**ı) Hidrojen bağları**	**i) Histon proteinleri**
j) DNA ligaz	**k) Genetik danışmanlık**	**l) DNA helikaz**	**m) Biyogüvenlik**
n) Nükleozit	**o) Yapay organ**	**ö) Polinükleotit**	**p) Genetik mühendisliği**
r) Melez	**s) RNA polimeraz**	**ş) Biyoetik**	**t) UAA**

27. Replikasyon, onarım ve rekombinasyon sırasında DNA parçalarını birbirine bağlayan enzim hangisidir? ....

28. Deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun özellikleri taşıyan canlılar hangileridir?............................

29. Nükleotidin yapısında yer alan baz ve şekerden oluşan yapı hangisidir?............................

30. Replikasyon sırasında yeni sentezlenecek zincirin ucuna nükleotit ekleyen enzim hangisidir? ....

31. Yenilenme gücü yüksek olan *in vivo* ve uygun *in vitro* ortamlarda sürekli bölünebilen ve farklı hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücreler hangileridir? ....

32. Protein sentezini başlatan mRNA kodonu hangisidir? ....

33. DNA ile birlikte nükleozom yapısını oluşturan proteinler hangileridir? ....

34. Birbirine fosfodiester bağlarıyla bağlanmış nükleotit zinciri hangisidir? ....

35. Canlılarda bulunan işlevi ve yapısı bozuk genlerin tespit edilerek değiştirilmesi ve onarılmasını sağlayan uygulamalar hangileridir?............................

36. DNA sentezinde görev alan enzimler hangileridir? ....

37. Bir ailedeki genetik bir bozukluğun araştırılması, tanısı, testleri ve tedavisini içeren genetik danışman ve danışanlar arasında sürdürülen kapsamlı iletişim süreci hangisidir?............................

38. Bakteri, virüs, parazit ve tümör hücrelerine karşı bağışıklık sistemi tarafından oluşturulan doğal proteinler hangileridir?............................

39. İnsanların bütün genlerinin haritalandırılmasının ve anlaşılmasının amaçlandığı proje hangisidir? ....

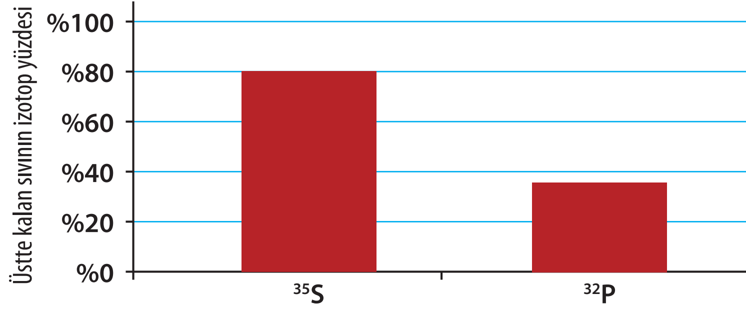
40. Aynı türün iki farklı arı dölünün çaprazlanmasından ya da iki farklı türün çaprazlanmasında elde edilen yavru hangisidir? ....

41. Canlı organizmaların kullanımı ile ilgili etik konular üzerinde karar verme çalışmaları hangileridir? ....

Aşağıdaki soruları metin ve grafikten yararlanarak cevaplayınız.

42. Chase ve Hersheynin yaptıkları deneyi iki faj grubu ile gerçekleştirmişlerdir. İlk gruptaki virüslerin DNA'sını işaretleyebilmek için fosfatın radyoaktif izotopunu (^{32}P), ikinci gruptaki virüslerin protein kılıfını işaretleyebilmek için de kükürdün radyoaktif izotopunu (^{35}S) kullanmışlardır. İşaretlenmiş bakteriyofajları ayrı ayrı *E. coli* bakterileriyle aynı ortama koymuşlar ve bir süre bakteriyofajların bakteri içinde çoğalmasını beklemişlerdir. Son aşamada ise tüpleri santrifüjleyerek konsantre hücre içeren çökelti elde etmişler ve tüplerin dibindeki çökeltinin ve üstte kalan sıvının radyoaktivitesini ölçmüşlerdir. Deneylerinin sonuçlarını aşağıdaki grafikte göstermişlerdir.

Buna göre



a) Chase ve Hershey deneyde neden radyoaktif izotopları kullanmışlardır? Açıklayınız.

....

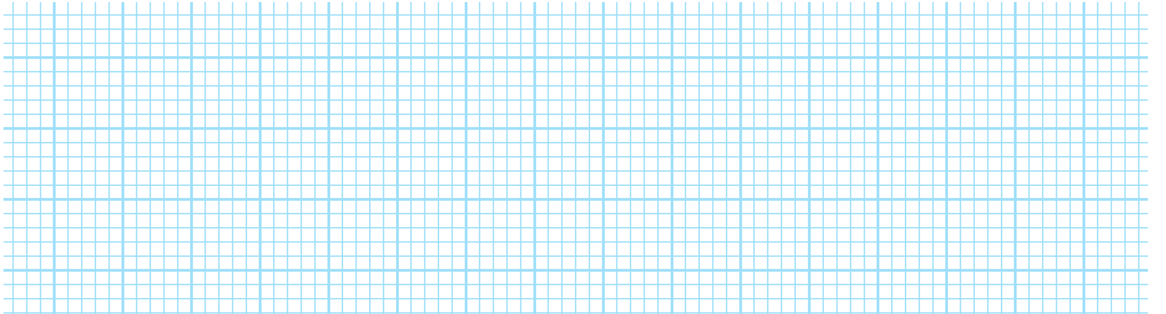
....

b) Tüpün üst kısmındaki sıvıda hangi radyoaktif molekülün yoğunluğu daha fazladır? Bu neyi kanıtlar?

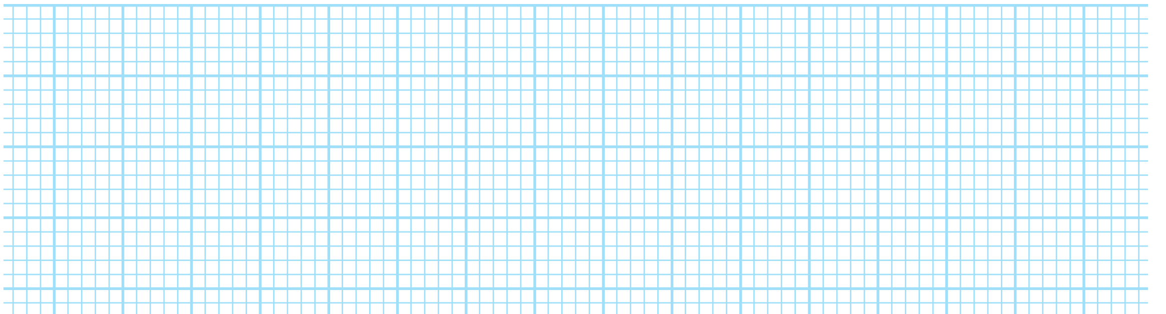
....

....

c) Tüpün dibine çöken kısımdaki radyoaktiviteyi gösteren grafiği çizerek yorumlayınız.

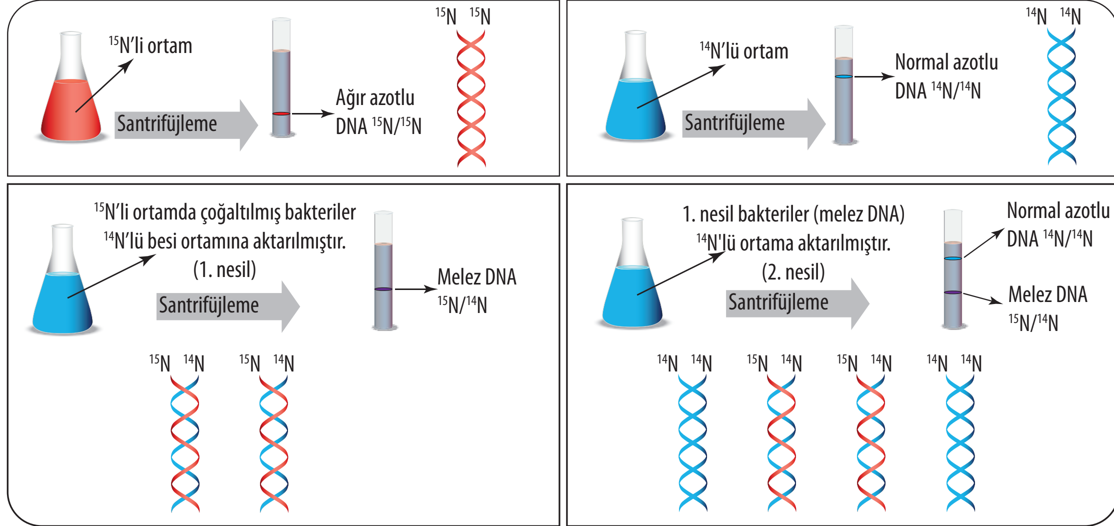


ç) Kalıtsal bilgi proteinler tarafından taşınsaydı tüpün dibine çöken kısımdaki grafik nasıl olurdu? Çizerek yorumlayınız.



Aşağıdaki soruları metin ve deneyden yararlanarak cevaplayınız.

43. "DNA kendini nasıl eşler?" sorusu bilim insanları tarafından deneylerle açıklanmaya çalışılmıştır. Üç model ileri sürülmüştür. Bu hipotezler; parçalı eşleme, tam korunumlu eşleme ve yarı korunumlu eşlemedir. Matthew Melson ve Franklin Stalh yaptıkları deneyle DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini kanıtlamışlardır. Deneylerinin sonuçları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



a) Deneyde azot atomunun ve izotoplarının kullanılmasının nedeni nedir?

....

b) Parçalı eşleşme modeli neden çürütülmüştür?

....

c) Bakteriler, ^{14}N'lü ortamda çoğaltılıp ^{15}N'li ortama aktarılsaydı deney sonucu nasıl olurdu?

....

Aşağıdaki 44 ve 45. soruları metinlerden yararlanarak cevaplayınız.

44. Erwin Chargaff, sitozinin hücre içindeki sayısının guanin sayısına eşit olduğunu kanıtlamış timin sayısının adenin sayısına eşit olduğunu göstermiştir. A ve T arasında ikili, G ve C arasında üçlü zayıf hidrojen bağları vardır. Hidrojen bağları sayısının fazla olduğu DNA'lar ısıya daha dayanıklıdır. Farklı canlılarda eşit sayıda nükleotit içeren DNA parçalarının nükleotit oranları analiz edildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

A canlısı	A-T nükleotitlerinin oranı	%50
B canlısı	G-C nükleotitlerinin oranı	%70
C canlısı	G-C nükleotitlerinin oranı	%60

a) Hangi canlının DNA'sının iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli ısı miktarı daha yüksektir? Nedenini açıklayınız.

....

b) C canlısının A-T nükleotitlerinin hücredeki oranı nedir? Nedenini açıklayınız.

....

45. Moleküler biyoloji teknolojisinin temelini oluşturan gen, izole edilebilen ve çoğaltılabilen bir üründür. Gen izolasyonu ve çoğaltılması, canlı bir hücrede kopyalanabilen vektör veya bir DNA molekülünün içine ilgili genin yerleştirilmesi ve klonlanması ile gerçekleştirilir. Farklı kaynaklı bu iki DNA birleştirilerek yeni bir DNA molekülü oluşturulur. Doğada kendiliğinden oluşamayan, genellikle farklı bir biyolojik türden elde edilen DNA moleküllerinin genetik mühendislik teknolojisiyle kesilmesi ve elde edilen bu farklı DNA parçalarının birleştirilmesi işlemine **rekombinant DNA teknolojisi** denir. Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilmiş ürüne **rekombinant DNA** adı verilir.

a) Rekombinant DNA teknolojisinde niçin vektör kullanılır? Canlıya ait proteinin sentezinden sorumlu geni aktarmak için vektör olarak hangi yapılar kullanılabilir? Yazınız.

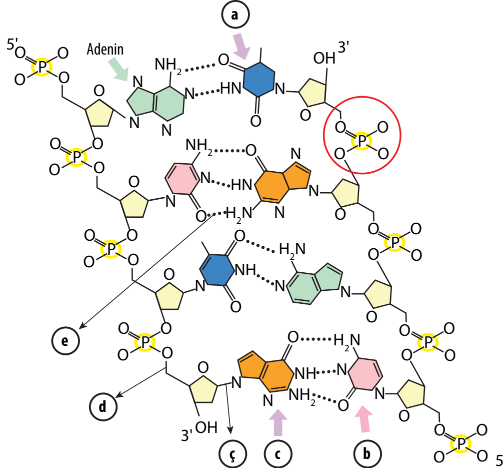
....

b) Yukarıdaki metinden hareketle biyoteknolojik yöntemlerle üretilmiş rekombinat DNA içeriğinde hangi yapıların bulunduğunu yazınız.

....

Aşağıdaki soruları yönergelerine uygun şekilde cevaplayınız.

46. DNA'nın yapısıyla ilgili verilen şekilde harflerle gösterilen kısımların adlarını yazınız.



a) ....

b) ....

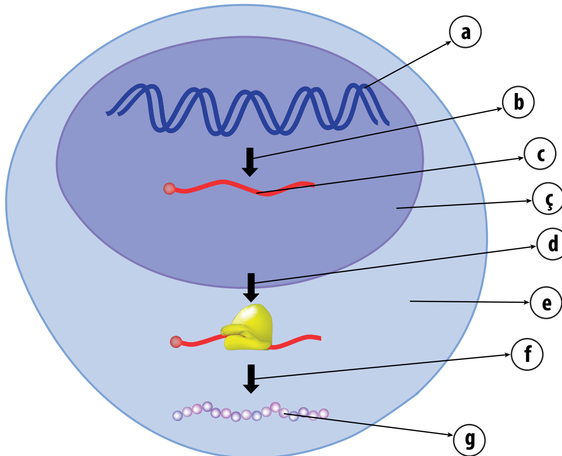
c) ....

ç) ....

d) ....

e) ....

47. Aşağıda hücrede protein sentezi ile ilgili verilen şekil üzerinde harflerle gösterilen yapı ve olayların adlarını uygun boşluklara yazınız.



a) ....

b) ....

c) ....

ç) ....

d) ....

e) ....

f) ....

g) ....

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyup doğru seçeneği işaretleyiniz.

48. Aşağıda bir polipeptit sentezine katılan dört farklı amino asidin kodon ve antikodonları verilmiştir.

A amino asidi — CCG antikodonu

B amino asidi — ACU kodonu

C amino asidi — GGU kodonu

D amino asidi — UUG antikodonu

Buna göre sentezlenen polipeptit zincirinde A-B-C-D-A amino asit sıralaması olduğuna göre şifre veren DNA zincirinin ilgili bölümünde kaç tane pirimidin nükleotiti bulunur?

A) 7 B) 8 C) 9 D) 10 E) 11

49. 100 aminoasit kullanılan bir protein sentezinde

I. En fazla kodon çeşit sayısı

II. mRNA çeşit sayısı

III. tRNA sayısı

hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir? (Stop kodon hesaba katılacaktır.)

	I	II	III
A)	1	62	100
B)	62	1	100
C)	1	100	61
D)	64	1	100
E)	64	1	61

50. DNA —1→ mRNA —2→ Polipeptit

Yukarıda polipeptit sentezinin şeması verilmiştir. Buna göre verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

A) 1. olay sırasında hücredeki ribonükleotit sayısı artar.

B) 1. olayda sentezlenecek proteinin şifresi tRNA'ya aktarılır.

C) 2. olayda amino asitler arasında fosfoester bağı kurulur.

D) 2. olay transkripsiyondur.

E) 2. olay ökaryot hücrenin sitoplazmasında gerçekleşir.

51. A amino asidi — GUC, UCU, CAU

B amino asidi — AGA, AGG, CGU, CGC, ACA

C amino asidi — GUU, GUA, GCA, GUG

D amino asidi — UGC, UGU

Yukarıda verilen amino asit çeşitlerinden sentezlenen bir proteinin yapısına

4 tane A, 2 tane C,

5 tane B, 3 tane D

amino asitleri katıldığına göre bu protein sentezinde en az ve en çok kaç tRNA çeşidi görev almıştır? (Başlangıç kodonu hariçtir.)

	En az	En çok
A)	5	12
B)	6	11
C)	4	14
D)	5	11
E)	4	12

52. Kök hücrelerle ilgili

I. Uygun bir büyüme ortamında çoğaltılabilir.

II. Embriyonik kök hücrelerin daha hızlı çoğalma ve daha fazla hücre tipine dönüşebilme yetenekleri vardır.

III. Kök hücreler deri, kemik iliği ve yağ dokuda bol miktarda bulunur.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

53. Biyoteknolojik araştırmalarda kullanılan model organizmaların seçiminde hangi özellik tercih edilmez?

A) Gen haritasının çıkartılmış olması

B) Hayat döngüsünün uzun olması

C) Genomunun küçük olması

D) Kolay yetiştirilebilmesi

E) Etik açıdan sorun oluşturmaması

54. Aşağıda DNA ve RNA molekülleri ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Yalnız mRNA, DNA üzerinden sentezlenir.

B) DNA ve RNA çeşitlerinin tümünde hidrojen bağları bulunur.

C) DNA'daki guanin bazı yerine RNA'da urasil bazı bulunur.

D) Nükleik asitlerin yapısına toplam 8 çeşit nükleotit katılır.

E) Fosfoester bağlar yalnızca DNA'da bulunur.

55.

Amino asit çeşidi	Antikodonlar
Tirozin	AUA, AUG
Lösin	GAA, GAG, GAU, GAC
Metiyonin	UAC

Tabloda verilen amino asit ve antikodonlarla ilgili

I. Metiyonin amino asidini AUG kodonu şifreler.

II. Bir antikodon çeşidi, birden fazla amino asidi şifreleyebilir.

III. Bir amino asidi birden fazla antikodon çeşidi şifreleyebilir.

IV. Tirozin aminoasidini şifreleyen anlamlı zincirde timin nükleotiti bulunmaz.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) I ve II B) II ve III C) I ve V

D) II ve IV E) III ve IV

56. Ökaryot hücrelerde protein sentezi sırasında gerçekleşen

I. mRNA nükleotitleri arasında fosfodiester bağların oluşturulması

II. mRNA'nın çekirdekten çıkıp sitoplazmadaki ribozomun küçük alt birimine bağlanması

III. Amino asitler arasında peptit bağlarının kurulması

IV. tRNA'nın antikodonunun mRNA'nın kodonuna hidrojen bağıyla bağlanması

olaylarının meydana gelme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - IV - III - II B) I- II - IV - III

C) II - IV - I - III D) IV - II - III – I

E) II - I - III– IV

57. Gen klonlama çalışmasının basamakları karışık olarak aşağıda verilmiştir.

I. Oluşan rekombinant vektör DNA'nın alıcı hücreye aktarılması

II. Rekombinant DNA molekülünün çok sayıda kopyasının oluşması

III. Gen taşıyan DNA'nın saf olarak elde edilmesi

IV. Genin çıkarılması, gen taşıyan DNA'nın kesim (restriksiyon) enzimi ile kesilmesi

V. Taşıyıcı (vektör) DNA'nın elde edilmesi ve aynı restriksiyon enzimi ile kesilmesi

Buna göre çalışma basamakları, hangi seçenekte doğru olarak sıralanmıştır?

A) I - II - V - III - IV B) I - III - IV - II - V

C) II - III - V - IV - I D) III - I - V - II - IV

E) III - IV - V - I - II

58. Bir bilim insanı, bir balık fosilinin DNA'sını yakın akraba olduğunu düşündüğü bir balık türünün DNA'sı ile karşılaştırmak istemektedir.
Fosil balığa ait DNA'nın miktarının artırılması için aşağıdaki yöntemlerden hangisi kullanılmalıdır?

A) Gen terapisi

B) Agaroz jel elektroforez

C) Kök hücre tekniği

D) Polimeraz zincir reaksiyonu

E) Poliploidi yöntemi

59. Aşağıda verilen biyoteknolojik uygulamaların kullanım alanları ile ilgili örneklerden hangisi yanlıştır?

A) Polimeraz zincir reaksiyonu yöntemiyle az miktarda DNA örneği çoğaltılabilir.

B) Transgenik canlı kullanılarak şeker hastaları için insülin hormonu üretilebilir.

C) Klonlama ile bir canlının kopyası üretilebilir.

D) Transgenik canlı ile kirli suların temizlenmesi sağlanır.

E) Polimeraz zincir reaksiyonu yöntemiyle böceklere dirençli bitkiler üretilebilir.

60. I. Büyüme hormonu geninin sağlıklı insandan elde edilip bakteriye klonlanması
II. İstenilen özelliklere sahip sperm ve yumurtanın yapay olarak birleştirilmesi
III. Fermantasyon ile peynir yapımı
IV. Kök hücre yöntemiyle elde edilen sinir hücreleri sayesinde sinir hastalıklarının tedavi edilmesi

Yukarıdaki ifadelerden hangileri modern teknoloji çalışmalarına örnek olarak verilebilir?

A) I, II B) I, II, III C) I, II, IV
D) II, III, IV E) I, II, III, IV

61. I. Peptit bağlarının oluşması
II. Fosfoester bağlarının oluşması
III. mRNA'nın ribozoma bağlanması
IV. RNA polimeraz enziminin çalışması

olaylarından hangileri transkripsiyonda meydana gelir?

A) Yalnız I B) II ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, III ve IV

62. Çileklere soğuğa dayanıklılık geni aktarılması işlemi aşağıdaki hangi uygulama alanına girer?

A) Kök hücre tekniği
B) Canlı klonlama
C) DNA parmak izi
D) Genetik mühendisliği
E) Klonlama

63. DNA'ya ait bazı bilgiler aşağıda verilmiştir.
I. Kendini eşleyebilmesi
II. İki zincirin zayıf hidrojen bağlarıyla bağlı olması
III. Nükleotit diziliminin bireye özgü olması

DNA parmak izi yöntemi kalıtsal hastalıkların tanısında kullanılmaktadır. Bu yöntemin güvenilir olması DNA'nın hangi özelliğine dayanmaktadır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

64. Radyoaktif azot içeren kültür ortamında *E. coli* bakterilerinin bir süre çoğalması bekleniyor. Oluşan yeni bakterilerin RNA'larındaki

I. Fosfat II. Guanin III. Timin IV. Riboz

moleküllerinden hangisinin ya da hangilerinin yapısında radyoaktif izotoplu azot bulunabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve IV

65. Hücredeki genetik materyalin organizasyon basamaklarının büyükten küçüğe doğru sıralanışı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Nükleotit-Kromozom-Gen–Üçlü şifre
B) Kromozom-DNA-Gen-Nükleotit
C) Üçlü şifre-Gen-Nükleotit-Kromozom
D) Kromozom-Nükleotit-Gen-DNA
E) Nükleotit-Üçlü şifre-Kromozom-Gen

66. Bir DNA molekülünün şifre veren ipliğinden sentezlenen mRNA'daki sitozin ve adenin nükleotit sayıları ile karşı iplikteki timin sayısı bilindiğine göre

I. mRNA'daki urasil sayısı
II. Sentezde görev yapan DNA'daki toplam hidrojen sayısı
III. DNA'daki toplam timin sayısı
IV. DNA'daki toplam fosfat sayısı

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

67. Bir lale bitkisinin kök hücrelerinden klonlama sonucu oluşan iki farklı lale bitkisinin

I. Gen çeşidi
II. Fotosentez hızı
III. Hücre sayısı

özelliklerinden hangisi ya da hangileri farklı olamaz?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

2. ÜNİTE

CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

1. BÖLÜM: Canlılık ve Enerji

2. BÖLÜM: Fotosentez

3. BÖLÜM: Kemosentez

4. BÖLÜM: Hücresel Solunum

Bu ünitede

- Yeryüzünde yaşamın sürekliliğinin enerjinin varlığı ve dönüşümü ile mümkün olduğunu,
- Canlı hücrelerin metabolik faaliyetlerini yürütebilmek için enerjiye ihtiyacı olduğunu ve bu enerjiyi besinlerden sağladığını,
- Besinlerin organik moleküllerinde depolanmış enerjinin asıl kaynağının güneş olduğunu,
- Enerjinin ekosisteme güneş ışığı olarak girdiğini ve ekosistemden ısı enerjisi olarak çıktığını, bu süreçte de enerjinin yok olmadığını başka enerji formlarına dönüştüğünü,
- Bazı prokaryotların güneş ışığından farklı olarak inorganik maddeleri enerji kaynağı olarak kullandığını,
- Doğal dengenin korunmasında fotosentez, kemosentez ve solunumun ne denli önemli olduğunu öğreneceksiniz.

1. BÖLÜM

2.1. CANLILIK VE ENERJİ

Bu bölümde

- Canlılığın devamı için enerjinin gerekli olduğunu,
- Canlıların kullanabildiği enerji şeklinin ATP olduğunu,
- Canlı organizmalarda ATP molekülünün üretilmesinin substrat düzeyinde fosforilasyon, oksidatif fosforilasyon ve fotofosforilasyon olmak üzere üç şekilde gerçekleştiğini öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

ATP

Enerji

Enerji dönüşümü

Fosforilasyon

Fotosentez

Hücresel solunum

Kemosentez

TEMBEL HAYVANLAR ÜZERİNE BİLİNMEYENLER


Görsel 2.1: *Bradypus l.* (Tembel hayvan)

Türkiye, canlı çeşitliliği açısından oldukça zengin bir ülke olmasına rağmen Türkiye'de yaşamayan hayvan türleri de vardır. Bu hayvanlardan biri de Orta ve Güney Amerika'daki tropikal ormanlarda yaşayan tembel hayvandır (Görsel 2.1). Günde ortalama olarak sadece 35-40 metre mesafe katedebilen bu hayvan, çok yavaş hareket ettiği için bu şekilde isimlendiriliyor. Tembel hayvanlar, genel olarak üzerinde yaşadığı ağaç yapraklarını ve böcekleri yer. Besinlerden aldığı enerji yaklaşık aynı boyuttaki diğer memelilerle karşılaştırıldığında yetersizdir. Ancak bu hayvanlar çok az hareket edip çok az enerji harcar. Ayrıca vücut sıcaklığı (ortalama 32 °C) diğer hayvanlara göre düşüktür dolayısıyla vücut ısısını korumak için fazla enerji harcamaz. Metabolizma hızı çok düşük olan tembel hayvanların temel besin kaynağı selülozdur. Bu canlıların midesi çok sayıda bölümden oluşur. Uzun süren sindirim süreci sonunda besinlerdeki selülozu sindirir. Bu sayede tükettiği besini ziyan etmeden sonuna kadar sindirir. Zamanının çoğunu ağaçların üzerinde geçiren bu hayvan, dışkısını yerde yapmaktadır. Bilim insanları, enerjisini bu kadar tasarruflu kullanan tembel hayvanın yere inmesinin amacının beslenmeyle ilişkili olabileceğini düşünmektedir. Bu düşünceye göre tembel hayvanların kürklerinde güveler yaşar. Güveler yumurtalarını hayvanın dışkısının üzerine bırakarak larvalarına besin sağlar. Larvalar, tekrar güve hâlini alınca tembel hayvanın kürkünün içine girer. Kürkün içinde ölen güvelerin mantarlar tarafından parçalanması sonucu açığa çıkan azot, alg miktarını artırır. Alg sayısının artması tembel hayvanların ağaçlar arasında daha iyi kamufle olmasını ve düşmanlarından korunmasını sağlar. Yapılan yeni araştırmalar tembel hayvanların algleri besin kaynağı olarak da kullanabileceğini gösteriyor. Bol miktarda sindirilebilir yağ içeren algler tembel hayvanlar için verimli bir enerji kaynağı olabilir.

Mehmet Şen, *Tembel Hayvanlar Üzerine Bilinmeyenler*
(Düzenlenmiştir.)

- Metinden yola çıkarak canlılarda beslenme, enerji ve metabolizma ilişkisi ile ilgili düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİR FİKRİN VAR MI?






- Dağa tırmanan dağcının, yüksek atlama yapan atletin, oturan veya uyuyan kişilerin enerji ihtiyacı ve enerji dönüşümleri ile ilgili düşüncelerinizi yazıp arkadaşlarınızla paylaşınız.

....

....

- Canlılar, çeşitli aktivitelerini gerçekleştirmek için gerekli enerjiyi hangi kaynaklardan karşılar?

....

....

2.1. CANLILIK VE ENERJİ

Enerji, bütün metabolik süreçlerin ayrılmaz bir parçasıdır. Hücre, canlılığını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. **Enerji**, bir değişikliğe neden olma kapasitesidir. Doğadaki enerjinin ısı, ışık, elektrik, ses, hareket, potansiyel ve nükleer enerji gibi türleri bulunur. Durağan hâldeki bir cismin ya da maddenin biriktirdiği enerjiye **potansiyel enerji** denir. Organik besinlerin kimyasal bağlarında depolanan enerji potansiyel enerjidir. Bir cismin ya da sistemin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjiye ise **kinetik enerji** denir. Uçuşa geçen bir kuşun ya da koşmaya başlayan bir kişinin kinetik enerjisi artar. Kemosentez yapan canlılar hariç enerjinin kaynağı güneştir. Enerji yok olmaz, bir formdan başka bir forma dönüşür. Bu dönüşüm sırasında enerjinin mutlaka bir bölümü ısı enerjisi şeklinde çevreye yayılır. Fotosentez yapan canlıların ışık enerjisini besinlerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisine dönüştürmesi bu duruma örnektir. Tüm canlılar, organik besinlerdeki kimyasal bağ enerjisiyle ATP sentezleyerek yaşamsal faaliyetlerinde kullanır. Görsel 2.2 'de gösterildiği gibi atın beslenme yolu ile vücuduna aldığı bitkinin kimyasal bağlarındaki potansiyel enerji atın kas hücrelerinde ATP enerjisine dönüştürülür. Sentezlenen ATP enerjisi de kinetik enerjiye dönüşerek kaslarda kasılmayı ve hareketi sağlar. Besinin kimyasal bağlarındaki enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisi olarak açığa çıkar.





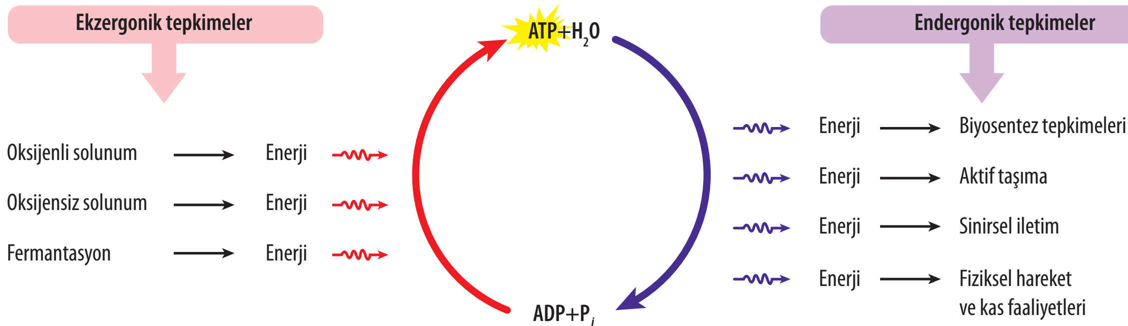
Besindeki kimyasal enerji → Isı enerjisi, ATP enerjisi → Isı enerjisi, Kinetik enerji

Görsel 2.2: Enerji dönüşümleri

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Kalabalık bir ortamın tenha bir ortamdan daha sıcak olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.

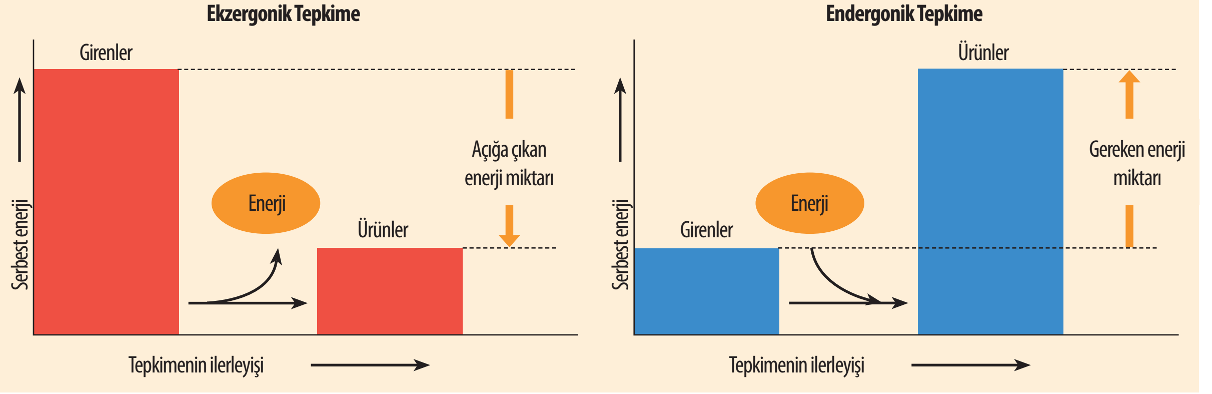
Yaşam, hücrelerin içindeki karmaşık reaksiyon ağları üzerinden sürdürülür. Hücrelerde büyüme, üreme, hareket, biyosentez, aktif taşıma gibi yaşamsal faaliyetler için gereken yapım ve yıkım tepkimelerine **metabolizma** denir. Anabolizma ve katabolizma olarak iki tip metabolik yol vardır. Basit moleküllerden kompleks yapılı moleküllerin sentezlenmesine **anabolizma (yapım)**, karmaşık moleküllerin basit moleküllere parçalanmasına **katabolizma (yıkım)** denir. Protein sentezi ve fotosentez anabolizmaya; oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon katabolizmaya örnek olarak verilebilir. Enerji gerektiren tepkimelerine **endergonik tepkimeler,** enerji açığa çıkaran tepkimelerine ise **ekzergonik tepkimeler** denir. Canlılardaki endergonik ve ekzergonik moleküller arasındaki aracı molekül ATP'dir. Ekzergonik ve endergonik olaylar ve bu olayların ATP döngüsü Görsel 2.3'te gösterilmiştir.



Görsel 2.3: ATP döngüsü

BİLGİ DAĞARCIĞI

Ekzergonik tepkimeler kendiliğinden gerçekleşir. Çünkü reaksiyona giren moleküller yüksek enerjili ve kararsızdır. Kararsız olan bu moleküller kararlı duruma geçmeye eğilimlidir. Reaksiyona giren moleküller daha küçük ürünlere dönüşerek kararlı hâle gelir. Yapısında bulunan kimyasal bağlardaki enerji de serbest enerji olarak açığa çıkar. Canlıların hücreleri de serbest enerjiyle iş yapar. Endergonik tepkimelerin gerçekleşmesi için enerjiye gerek vardır, endergonik tepkimeler kendiliğinden gerçekleşmez. Bu tepkimelerde küçük moleküller birleştirildiği için molekülün kararsızlığı artar ve kimyasal bağlarda potansiyel enerji birikimi sağlanır. Ekzergonik ve endergonik tepkimelerdeki serbest enerji değişimleri aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.148-149).



SIRA SİZDE

Aşağıdaki metinden ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Sistem, birçok alt sistemden oluşan ve bu alt sistemlerin her birinin birbiriyle etkileşim içinde bulunduğu bir bütündür. Bir sistemin bileşenleri, amacı, süreci, girdileri ve çıktıları vardır. Sistemler açık, kapalı ve izole sistemler olarak üç grupta incelenir. Çevresi ile madde ve enerji alışverişi yapan sistemler **açık sistemlerdir**. **Kapalı sistemler**, sistemle çevre arasında madde alışverişinin olmadığı, sadece enerji alışverişinin olduğu sistemlerdir. Ağzı kapalı ve içi su dolu şişe, bu tür bir sisteme örnek olarak verilebilir. **İzole sistemler** ise sistemle çevre arasında madde ve enerji alışverişinin olmadığı sistemlerdir. Termos, izole sistemlere örnek olarak verilebilir. Biyolojide; ekosistemler, insan vücudu, hücreler vb. açık sistemlere örnektir.

1. Hücrelerin açık sistemler olmasının nedeni nedir? Örnek vererek açıklayınız.

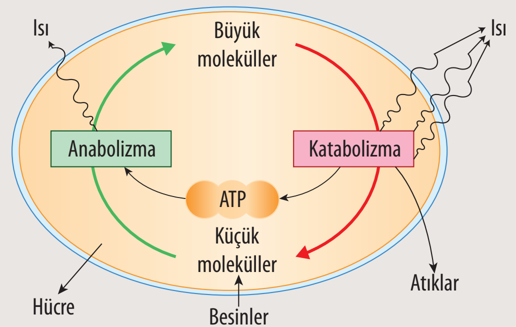
....

....

2. Bir hücrenin enerji mekanizması ile ilgili bileşenleri nelerdir? Açıklayınız.

....

....



3. Bir hücrenin enerji mekanizması ile ilgili bileşenleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Örneklerle açıklayınız.

....

....

4. Hücrede görev yapan bileşenlerden birinin olmaması sistemi nasıl etkiler? Örneklerle açıklayınız.

....

....

2.1.1. CANLILIĞIN DEVAMI İÇİN ENERJİ

Canlılar, pek çok reaksiyonu gerçekleştirmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Gerekli olan bu enerjiyi fotosentez yapan ototroflar güneş enerjisinden, kemosentez yapan ototroflar inorganik maddelerden, heterotroflar ise organik moleküllerden elde ederler. Canlılar tarafından besinlerin kimyasal bağlarındaki bu enerji doğrudan kullanılamadığı için ATP'ye dönüştürülür.

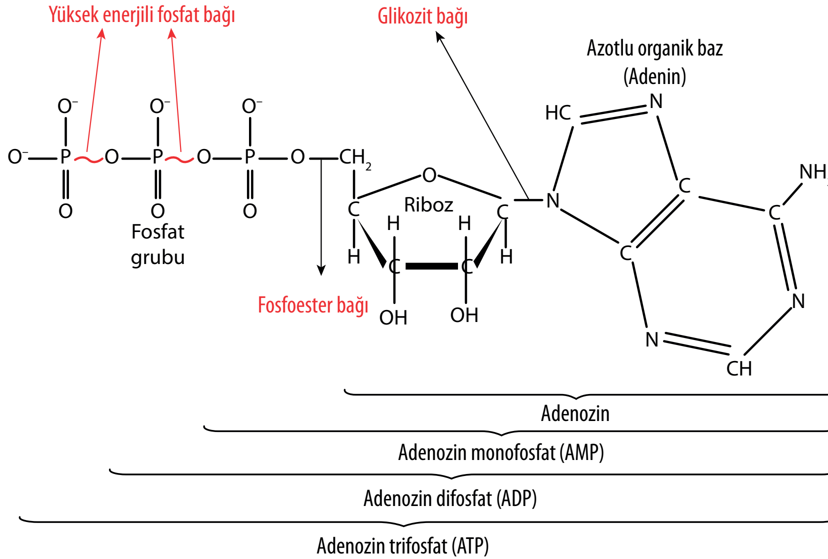
ATP (Adenozin Trifosfat)

ATP, yaşamsal faaliyetlerde kullanılan enerji kaynağıdır. ATP hücre içinde sentezlenir, hücrede kullanılır. Hücrede elektrik, ısı, hareket gibi farklı enerji formlarına dönüştürülür.

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Besinlerdeki ve ATP molekülündeki enerji türü kimyasal bağ enerjisi olduğu hâlde hücrelerde, besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi neden ATP enerjisine dönüştürülür? Kısaca yorumlayınız.

ATP molekülünün yapısı Görsel 2.4'te gösterilmiştir.

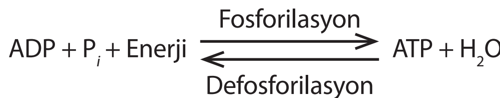


Görsel 2.4: ATP molekülünün yapısı

ATP nükleotit yapılı bir moleküldür. Azotlu organik baz (adenin), beş karbonlu şeker (riboz) ve üç fosfat grubundan meydana gelir. Adenin bazı ile riboz arasında glikozit bağı, riboz şekeri ile ilk fosfat grubu arasında da fosfoester bağı vardır. Birinci ile ikinci ve ikinci ile üçüncü fosfat arasında yüksek enerjili fosfat bağları bulunur. Adenozin molekülüne bir fosfatın bağlanmasıyla **adenozin monofosfat (AMP)**, AMP'ye bir fosfatın bağlanmasıyla **adenozin difosfat (ADP)**, ADP'ye bir fosfatın bağlanmasıyla da **adenozin trifosfat (ATP)** oluşur.

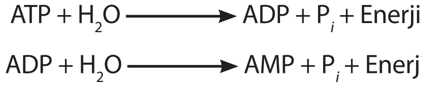
ATP molekülü tüm canlı hücrelerde bulunur. Hücrelerde gerçekleşen birçok metabolik faaliyette ATP molekülü kullanılır. ATP sentezlenmeyen hücrelerde canlılık sona erer. Tüm bunlardan dolayı ATP molekülü canlıların kullanabildiği evrensel enerji kaynağı olarak kabul edilir. ATP molekülünün hücre solunumu ile yapımına ve metabolik faaliyetlerde kullanılmak üzere yıkımına **ATP döngüsü** denir.

ATP molekülü, sürekli kullanılan ve yenilenebilen bir moleküldür. ADP'ye enerji ile birlikte inorganik fosfat (Pi) eklenmesi sonucu ATP üretilmesine **fosforilasyon** denir. Fosforilasyon sırasında su açığa çıkar (dehidrasyon). ATP'nin H_2O ile hidroliz edilerek yapısındaki enerjinin açığa çıkarılmasına **defosforilasyon** denir. Canlıdaki fosforilasyon ve defosforilasyon olayları, endergonik reaksiyonlar ve ekzergonik reaksiyonlar arasında bir köprü oluşturur.



$$ADP + P_i + Enerji \underset{Defosforilasyon}{\overset{Fosforilasyon}{\rightleftharpoons}} ATP + H_2O$$

ATP'deki fosfat grubu arasında yer alan bağlar hidrolizle kırılabilir. En uçtaki fosfat bağı kırıldığında bir molekül inorganik fosfat (Pi) ATP'den ayrılır. ATP, ADP hâline gelir. Bu tepkimede bir molekül ATP'nin ADP'ye hidrolizi ile enerji açığa çıkar. Standart koşullar altında laboratuvar ortamında 1 mol ATP'nin hidrolizi ile 7,3 kcal enerji açığa çıkar. Ancak bu olay hücre içinde gerçekleşirse yaklaşık 13 kcal enerji elde edilir.



$$ATP + H_2O \longrightarrow ADP + P_i + Enerji$$

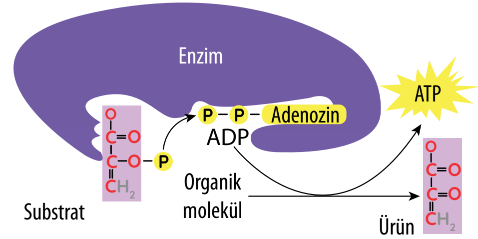
$$ADP + H_2O \longrightarrow AMP + P_i + Enerji$$

Fosforilasyon Çeşitleri

Canlı organizmalarda ATP molekülünün üretilmesi; substrat düzeyinde fosforilasyon, oksidatif fosforilasyon ve fotofosforilasyon olmak üzere üç şekilde gerçekleştirilir.

a) Substrat Düzeyinde Fosforilasyon

Yapısında fosfat bulunduran bir substrattan enzimler aracılığı ile bir fosfatın ADP'ye aktarılması sayesinde ATP sentezlenmesine **substrat düzeyinde fosforilasyon** denir. Substrat düzeyinde fosforilasyon oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon yapan tüm canlı hücrelerde gerçekleşen ortak bir olaydır. Görsel 2.5'te substrat düzeyinde fosforilasyonun gerçekleşme şekli gösterilmiştir.



Görsel 2.5: Substrat düzeyinde fosforilasyon

b) Oksidatif Fosforilasyon

Organik moleküllerin yıkımıyla veya inorganik moleküllerin oksitlenmesi sonucu elektronlar açığa çıkar. Bu elektronların elektron taşıma sisteminde yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları ile taşınması sırasında oluşan enerjiden yararlanarak ATP sentezlemesine **oksidatif fosforilasyon** denir. Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve kemosentez yapan canlılarda ATP'nin çoğu oksidatif fosforilasyonla elde edilir.

c) Fotofosforilasyon

Klorofil molekülünün ışık enerjisini kullanarak ADP'ye inorganik fosfat eklemesi yoluyla ATP sentezlemesine **fotofosforilasyon** denir. Fotofosforilasyonla sentezlenen ATP molekülü fotosentezde kullanılır. Siyanobakterilerde fotofosforilasyonla sentezlenen ATP'ler yalnız fotosentezde değil azot döngüsünde de kullanılabilir. Fotofosforilasyon, fotosentez yapan canlıların klorofil bulunduran hücrelerinde ışık varlığında gerçekleşir.

ARA DEĞERLENDİRME

1. Bir cevizin ağaçtan yere düşmesine, aynı cevizin yerdeki bir sincap tarafından yenerek sincabın hücrelerine geçmesine kadar gerçekleşen enerji dönüşümlerini sırasıyla yazınız.

....

....

2. Aşağıda canlı hücrelerde gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir. Verilen olayları ekzergonik ve endergonik reaksiyonlar olarak sınıflandırıp karşılarına yazınız.

a) Aktif taşıma: .... b) Defosforilasyon: ....

c) Protein sentezi: .... ç) Hücre bölünmesi: ....

d) Fosforilasyon: .... e) Hücre solunumu: ....

3. Aşağıda verilen ATP sentezleme şekilleri hangi canlılarda gerçekleşir? Yanlarındaki boşluğa yazınız.

a) Fotofosforilasyon: ....

b) Substrat düzeyinde fosforilasyon: ....

c) Oksidatif fosforilasyon: ....

2. BÖLÜM

2.2. FOTOSENTEZ

Bu bölümde

- Fotosentezin canlılar için önemini,
- Fotosentez sürecinin anlaşılmasına katkı sağlayan bilim insanlarının çalışmalarını,
- Fotosentezin gerçekleştiği yapıları,
- Fotosentez reaksiyonlarını,
- Fotosentez hızına etki eden faktörleri öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Fotosentez

Fotoliz

Işık

Klorofil

Kloroplast

KLEPTOPLASTİ: GEN HIRSIZLIĞI



Görsel 2.6: *Elysia chlorotica*

Plastitler, bitkilerde ve bazı su yosunlarında bulunan çift zarlı organellerdir. Bu organeller, canlının enerji ihtiyacının karşılanması için besin üretilmesi ve besin depolanmasında rol oynar. Örneğin fotosentez yaparak besin üretilmesini ve depolanmasını sağlayan kloroplast ya da bitkilerde farklı renklere sebep olan pigmentleri depolayan kromoplast birer plastittir. **Kleptoplasti** ise bir canlının başka bir canlıyı tükettiğinde o canlıda bulunan bazı plastitleri bozulmadan bünyesine almasına denir. Kleptoplasti, genellikle mikroskobik (mikroskop aracılığıyla görülebilen) ya da makroskobik (çıplak gözle görülebilen) bir su yosunuyla beslenen bazı canlıların bünyelerine kloroplastları alması yoluyla gerçekleşir. Örneğin sakoglossanlardan biri olarak bilinen *Elysia chlorotica* [Elisiya kılorotika (Görsel 2.6)], jelatinimsi bitkiye benzeyen vücudu ile ABD'nin Atlantik kıyısında yaşayan bir yeşil deniz sülüğüdür. Onu diğer deniz sülüklerinden ayıran nokta güneş enerjisini kullanabilmesidir. Bu canlı, su yosunlarını yedikten sonra bu yosunların kloroplastlarını sindirim kanalı hücrelerine dâhil ederek bu kloroplastları 10 ay veya daha uzun süre bünyesinde tutabilir. Su yosununun geri kalanını ise sindirir. Araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarla *Elysia chlorotica'nın* bu özelliği nasıl kazandığını keşfetmiştir. Yapılan çalışmalarda sülüğün ve algin DNA'ları sekanslanmış ve sülüğün DNA'sında alg genlerinden biriyle ortak olan bir gen keşfedilmiştir. Yapılan araştırmalar, sakoglossanların fotosentez yapma özelliğine sahip olmadığını göstermiştir. Sakoglossanların kleptoplasti ile bünyelerine kattıkları kloroplastları besin kıtlığında fotosentez aracılığıyla besin üretmek için kullandığını ortaya çıkarmıştır. Sakoglossanların yanı sıra bazı deniz yassı solucanları, tek hücreli silliler, ateş rengi algler ve delikliler de kleptoplasti yapan canlılar arasında yer alır.

Ayşenur Okatan, *Kleptoplasti: Gen Hırsızlığı*

(Düzenlenmiştir.)

- İnsanların kleptoplasti yoluyla fotosentetik canlı olmaları mümkün müdür? Metindeki açıklamaları dikkate alarak düşüncelerinizi açıklayınız.

BİR FİKRİN VAR MI?





- Çoğu insan, park ve bahçe gibi yeşil alanlarda kendini daha dinç ve mutlu hisseder. Bunun nedeni ne olabilir?

....

....

2.2. FOTOSENTEZ

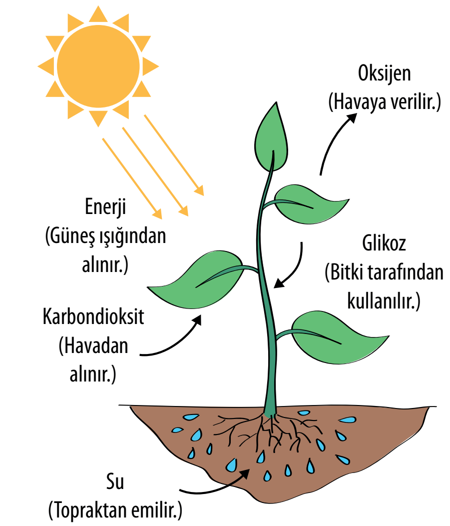
Güneş yeryüzündeki ana enerji kaynağıdır. Canlıların güneş enerjisini doğrudan kullanması ya da bu enerjiyi depolaması mümkün değildir. Bu yüzden güneş enerjisinin canlılar için kullanılabilir hâle gelmesi gerekir. Güneş enerjisinin canlıların kullanabileceği enerji şekline dönüşmesi fotosentez ile sağlanır.

Klorofil pigmenti bulunduran canlıların ışık enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **fotosentez** denir. Fotosentezle ışık enerjisi organik moleküllerde depolanan kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür. İnorganik maddelerden organik madde sentezleyen canlılara **ototrof canlılar** denir. Organik madde sentezi sırasında ışık enerjisini kullanan ototroflara ise **fotoototrof** veya **fotosentetik canlılar** adı verilir. Bitkiler (tam parazit bitkiler hariç), fotosentetik bakteriler, fitoplanktonlar, algler ve öglena fotoototrof canlılara örnektir. Organik besinleri sentezleyemeyen ve dışarıdan hazır olarak alan canlılara **heterotrof canlılar** denir. Heterotrof canlılar, besin ihtiyaçlarını ototroflardan ya da diğer heterotroflardan karşılar.

2.2.1. FOTOSENTEZİN CANLILAR İÇİN ÖNEMİ

Fotosentezle üretilen organik besinler canlıların hücre yapısına katılır. Canlılar, bu organik bileşikleri enerji kaynağı olarak da kullanır. Dolayısıyla fotosentez, ekosistemlerde besin ve enerji akışının temelini oluşturan en önemli biyolojik olaydır. Fotosentetik canlılar, besin maddesi olarak sadece topraktaki su ve mineraller ile havadaki karbondioksite gereksinim duyarlar (Görsel 2.7). Oksijenli solunum yapan canlılar enerji üretmek için sentezlenen bu organik molekülleri ve oksijeni kullanarak atmosfere karbondioksit verir. Böylece oksijen ve karbondioksit döngüsü gerçekleşir. Bunun yanında fotosentetik canlılar atmosferdeki fazla karbondioksiti kullanarak sera etkisini azaltır.

Fotosentezle atmosfere verilen oksijenin temel kaynağı fitoplanktonlar, algler ve bitkilerdir. Fitoplanktonlar ve algler, mevsimlerin tamamında fotosentez yapar. Bazı bitkiler ise kışın yaprak döktüğü için fotosenteze daha az katkı sağlar.



Görsel 2.7: Fotosentez

Fotosentez Sürecinin Anlaşılmasına Katkı Sağlayan Bilim İnsanları ve Çalışmaları

Jan Baptist van Helmont (Cen Baptist ven Helmant), bitkilerdeki kütle artışının sudan kaynaklandığını ileri sürmüştür.

Nicolas Theodore De Saussure (Nikola Tüudör Dö Suçyu), 1800'lü yılların başında bitkilerin güneş ışığında suyu ve karbondioksidi emdiği ve ağırlığının arttığı teorisini kanıtlamıştır. Ayrıca bitkilerin azotu havadan değil topraktan suda çözünmüş tuzlarla aldığını göstermiştir.

Theodor Wilhelm Engelmann (Teodor Vilhelm Engelmın), ışığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisini Engelman deneyi olarak ifade edilen basit bir düzenekle açıklamıştır.

Frederick Blackman (Friderik Bilekmen), fotosentez hızının fotosenteze etki eden faktörlerden miktarı en düşük olanına göre belirlendiğini belirten **Minimum kuralını** bulmuştur.

Cournelius Bernardus van Niel (Kornelyus Bernardis Van Niyıl), 1930'larda bitkiler tarafından salınan oksijenin daha önce düşünüldüğü gibi karbondioksitten değil su moleküllerinin bölünmesinden geldiğini belirlemiştir. Ayrıca CO_2 kullanarak kendi besinini kendisi üreten ancak atmosfere oksijen vermeyen bakterilerle çalışmalar yapmış, bu çalışmalar sonucunda bakterilerin su yerine H_2S kullandığında yan ürün olarak kükürt açığa çıktığını saptamıştır.

Robert Hill (Rabırt Hil), 1937 yılında ortamda ışık, su ve uygun bir hidrojen yakalayıcısı bulunduğunda kloroplastların O_2 oluşturabildiklerini görmüştür. Elektron alıcısının sudaki hidrojeni tutarak oksijeni serbest bıraktığını açıklamıştır. Buna da **Hill reaksiyonu** adı verilmiştir.

Samuel Ruben (Semuul Ruben), 1941 yılında ağır oksijen atomu ($^{18}O_2$) taşıyan su ($H_2{}^{18}O$) molekülleri ve normal oksijen atomu ($^{16}O_2$) taşıyan karbondioksit ($C^{16}O_2$) molekülleri ile yaptığı çalışmalarla Van Niel'in hipotezini doğrulamıştır.

Melvin Calvin (Melvin Kalvin), 1946 yılından itibaren fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları üzerinde çalışmış ve karbon metabolizmasını tüm ayrıntılarıyla açıklamıştır. Bu çalışmasından dolayı Melvin Calvin'e 1961'de Nobel Ödülü verilmiştir.

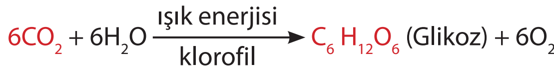
Fotosentezin genel mekanizması 1800'lü yıllardan beri bilinmekle beraber karmaşık kimyasal reaksiyonların bazı basamakları hâlâ tam olarak aydınlatılamamıştır.

Fotosentezin kimyasal denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.



$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 \text{ (Glikoz)} + 6O_2 + 6H_2O$$

Fotosentez olayında su, hem tüketilir hem de üretilir. Denklemdeki su molekül sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir.



$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 \text{ (Glikoz)} + 6O_2$$

Fotosentezde karbon kaynağı sadece karbondioksittir. Ancak hidrojen kaynakları farklılık gösterebilir. Bitkiler ve bazı bakteriler, suyu hidrojen kaynağı olarak kullanırken bazı fotosentetik bakteriler, hidrojen sülfürü hidrojen kaynağı olarak kullanmaktadır.

Bitkilerde, siyanobakterilerde, öglenada ve alglerde fotosentezin denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.



$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

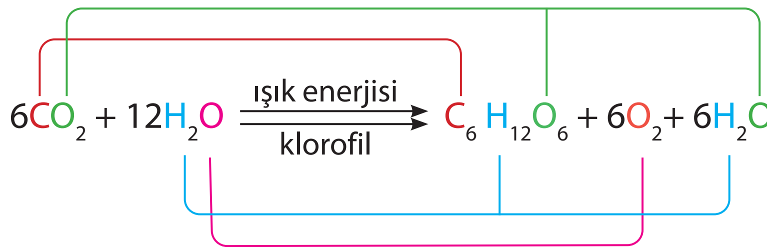
Mor kükürt bakterilerinde fotosentezin denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.



$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

Sonuç olarak tüm fotosentez çeşitlerinde ortak olarak $6CO_2$ tüketilip glikoz ($C_6H_{12}O_6$) üretilmektedir. Ancak tüketilen hidrojenli bileşikler aynı olmayıp atmosfere verilecek yan ürün çeşitlerini değiştirmektedir.

Elektron kaynağı olarak suyun kullanıldığı fotosentez olayında reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan moleküller ve atomların izlediği yollar denklemde gösterildiği gibidir.



Tablo 2.1'de karbondioksit ve su moleküllerinin yapısındaki atomların fotosentez reaksiyonlarında izlediği yol verilmiştir.

Tablo 2.1: Fotosentezde Atomların İzlenmesi

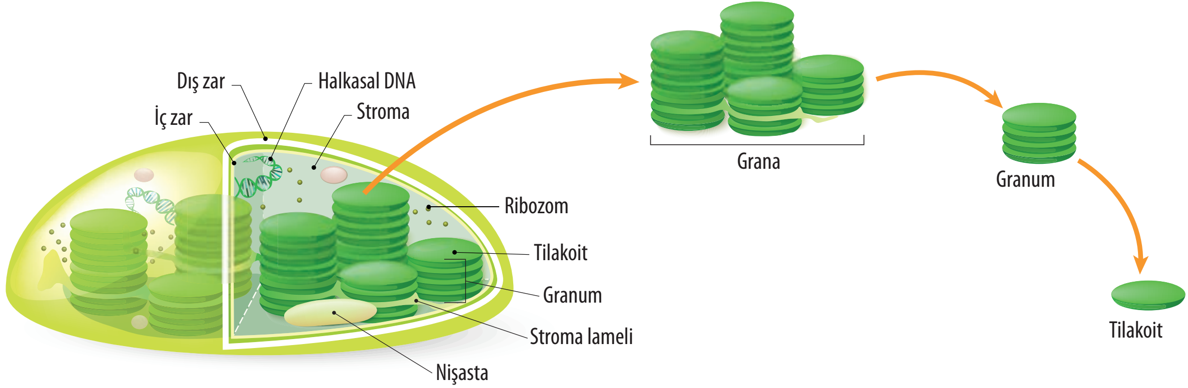
Karbondioksit Molekülündeki		Su Molekülündeki	
Karbon atomu	Oksijen atomu	Hidrojen atomu	Oksijen atomu
Glikozun yapısına katılır.	Hem glikozun hem de açığa çıkan suyun yapısına katılır.	Glikozun ve açığa çıkan suyun yapısına katılır.	Atmosfere verilir.

Fotosentezde Rol Oynayan Ögeler

Fotosentez, ışık yardımıyla pigmentlerin ve enzimlerin etkinliği ile gerçekleşen bir olaydır. Fotosentezde görevli enzimler ve pigmentler fotosentetik bakterilerde hücre zarında, fotosentetik ökaryotlarda ise kloroplastlarda yer almaktadır. Burada zaman zaman prokaryotlardan söz edilse de ağırlıklı olarak bitkilerdeki fotosentez mekanizması anlatılacaktır. Fotosentetik ökaryotlarda gerçekleşen fotosentezde CO_2 ve H_2O dışında rol oynayan temel ögeler kloroplast, ışık enerjisi ve pigmentlerdir.

- **Kloroplast**

Fotosentez, ökaryot canlılarda kloroplast organelinde gerçekleşir. Kloroplast öglena, bazı algler ve bir bitkinin tüm yeşil kısımlarında bulunur. Kloroplastın yapısı Görsel 2.8'de gösterilmiştir.



Görsel 2.8: Kloroplast organeli ve yapıları

Kloroplast organelinin dışında seçici geçirgen çift katlı zar bulunur. Kloroplastın iç kısmı ise keselerden oluşan ve **tilakoit** adı verilen özel bir zar ağı ile örülmüştür. Işığı absorbe etme özelliğine sahip yeşil renkli **klorofil pigmentleri**, kloroplastın tilakoit zarlarında yer alır. Bazı bölgelerde tilakoitler, sütun hâlinde üst üste gelerek **granum** adı verilen yapıyı meydana getirir. Granumlar da ara lamellerle birbirine tutunarak ışığın daha fazla emilmesini sağlayan **granayı** oluşturur. Kloroplastın iç kısmı ise tilakoitlerin gömüldüğü **stroma** adı verilen renksiz bir ara madde ile doludur. Bu sıvıda DNA, RNA, ribozom ve fotosentez için gerekli enzimler, amino asitler, bazı proteinler, lipit ve nişasta yer alır.

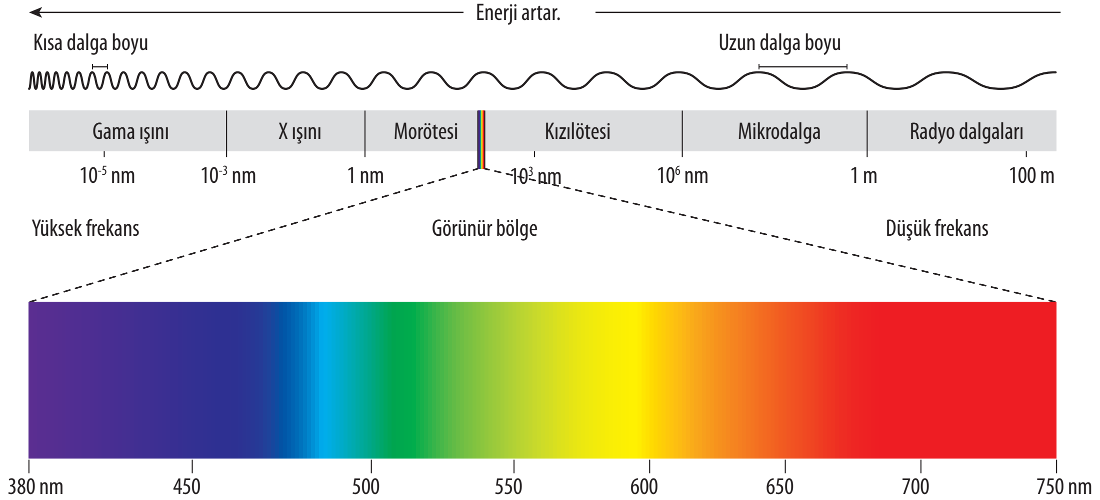
Kloroplast, kendine ait DNA'sı olduğundan belli bir büyüklüğe geldiğinde veya ihtiyaç duyulduğunda hücre çekirdeği kontrolünde kendini eşleyerek çoğalabilir. Kloroplast içinde gerçekleşen tepkimelerde görevli enzimlerin üretimini stroma içindeki ribozomlar yapar. Kloroplastlarda üretilen ATP'ler, fotosentez tepkimelerinde kullanılır. Fotosentez basit bir reaksiyon değil, farklı evrelerden oluşan reaksiyonlar zinciridir. Bu evreler, kloroplastın farklı yerlerinde gerçekleşir. Tilakoitlerde güneş enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür. Stromada ise bu enerji, karbondioksiti basit şekere indirgemek için kullanır.

- **Işık Enerjisi**

Işığın yapısındaki yüksek hızla hareket eden ve enerji yüklü olan taneciklere **foton** denir. Güneşin yaydığı elektromanyetik ışınlardan görünür dalga boyunda olanların fotonlarındaki enerji fotosentezde kullanılır. Işık, elektromanyetik denen bir enerji şekli olup dalgalar hâlinde yayılır. Dalgalar halinde yayılan ışığın oluşturduğu iki ardışık tepe arasındaki mesafeye ışığın **dalga boyu** denir. Doğada görülen veya görülmeyen farklı dalga boylarına sahip ışıklar vardır. Işığın dalga boyu, gama ve kozmik ışınlarda olduğu gibi bir nanometreden (nm) kısa, radyo dalgalarında olduğu gibi bir kilometreden uzun olabilir. Işığın dalga boylarına göre sıralanmasıyla **elektromanyetik spektrum** elde edilir. Elektromanyetik spektrumda yer alan yaşam için önemli ışığın yaklaşık 380 nm ile 750 nm arasındaki dalga boyları insan gözüyle görülebildiğinden **görünür ışık** (beyaz ışık) olarak isimlendirilir.

Beyaz ışık prizmadan geçirildiğinde mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renkli ışık bantları oluşturur. Görünür ışık spektrumunda dalga boyu ile enerji miktarı ters orantılıdır. Bu yüzden dalga boyu uzun olan kırmızı ışığın enerjisi düşük, dalga boyu kısa olan mor ışığın enerjisi yüksektir.

Elektromanyetik spektrum Görsel 2.9'da gösterilmiştir.



Görsel 2.9: Elektromanyetik spektrum

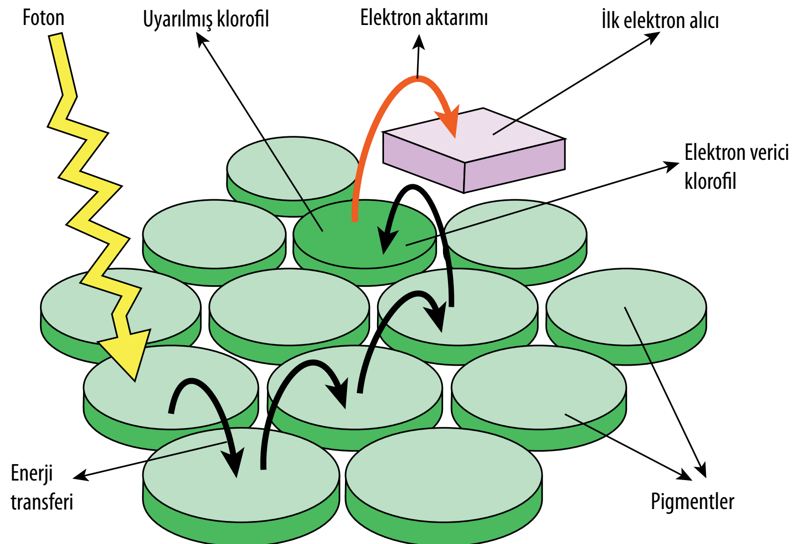
- **Pigmentler**

Görünür ışığı (beyaz ışık) emen (soğuran) maddelere **pigment** denir. Farklı pigmentler farklı dalga boyundaki ışığı soğurur, soğrulmayan ışınları ise geçirir veya yansıtır. Bitkilerde çeşitli renklerin görünümüne sebep olan başlıca pigmentler **klorofil**, **karoten, ksantofil** ve **likopen**dir.

Klorofil pigmentinin yapısında karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve magnezyum (Mg) atomları bulunur. Klorofil, canlılarda yeşil renk görünümüne sebep olur ve ışık enerjisini emer. Yapısındaki elektronlar ile ışık enerjisini ETS elemanlarına aktarır ve ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünü sağlar.

Demir (Fe) elementi klorofilin yapısına katılmadığı hâlde ortamda mutlaka bulunmalıdır. Çünkü demir elementi klorofilin sentezinden sorumlu enzimin kofaktörüdür. Aynı şekilde ışığın da ortamda mutlaka bulunması gerekir.

Bitkilerde plastitlerin içinde bulunan turuncu renkli karoten, sarı renkli ksantofil ve kırmızı renkli likopen pigmentleri **karotenoitler** olarak isimlendirilir. Karotenoitler klorofilin soğurduğu ışınlardan farklı dalga boyundaki ışınları soğurarak klorofile aktarır. Bununla birlikte bazı karotenoitler, fazla ışığı emerek klorofil molekülünün zarar görmesine engel olur.



Görsel 2.10: Işığın pigmentler tarafından toplanması

1. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.






Etkinliğin Adı	Yapraktaki Gizli Renkler
Etkinliğin Amacı	Yaprakta bulunan farklı pigmentlerin varlığını gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	40 dakika
Araç Gereç	Ispanak yaprakları, izopropil alkol, su, filtre kâğıdı, bant, 1 adet bardak, 1 adet kâse, 1 adet pipet, kaşık, bıçak, makas, cetvel

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Ispanak yapraklarını küçük parçalar hâlinde kesiniz.
- Kesilen yaprakları bardak içine koyup yaprakların üzerine çıkacak kadar izopropil alkol ekleyiniz.
- Bardağı ılık suyla dolu kâsenin içine yerleştiriniz.
- Filtre kâğıdını hazırladığınız yaprak çözeltisine filtre kâğıdının ucu değecek uzunlukta kesiniz.
- Kestiğiniz filtre kâğıdını bir ucundan pipete bantlayınız ve bardağın içine yerleştiriniz.
- Yaklaşık yarım saat bekledikten sonra kâğıdı kurumaya bırakınız ve oluşan renkleri gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Deney sırasındaki gözlemlere ve sonrasındaki verilere göre tabloyu doldurunuz. Sonuçlarınızı diğer grupların sonuçlarıyla karşılaştırınız.

Pigmentler	Bant Rengi	Katedilen Mesafe (mm)
beta karoten	turuncu	
ksantofil	sarı	
klorofil	yeşil	

2. Renk pigmentlerinin aynı hızda hareket etmemesinin nedeni nedir? Açıklayınız.

....

....

3. Ispanak yaprakları farklı renk pigmentleri içermesine rağmen neden yeşil renkli görünür? Açıklayınız.

....

....

4. Yapraklarda sadece klorofil pigmenti olsaydı sonuç ne olurdu? Açıklayınız.

....

....

5. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.



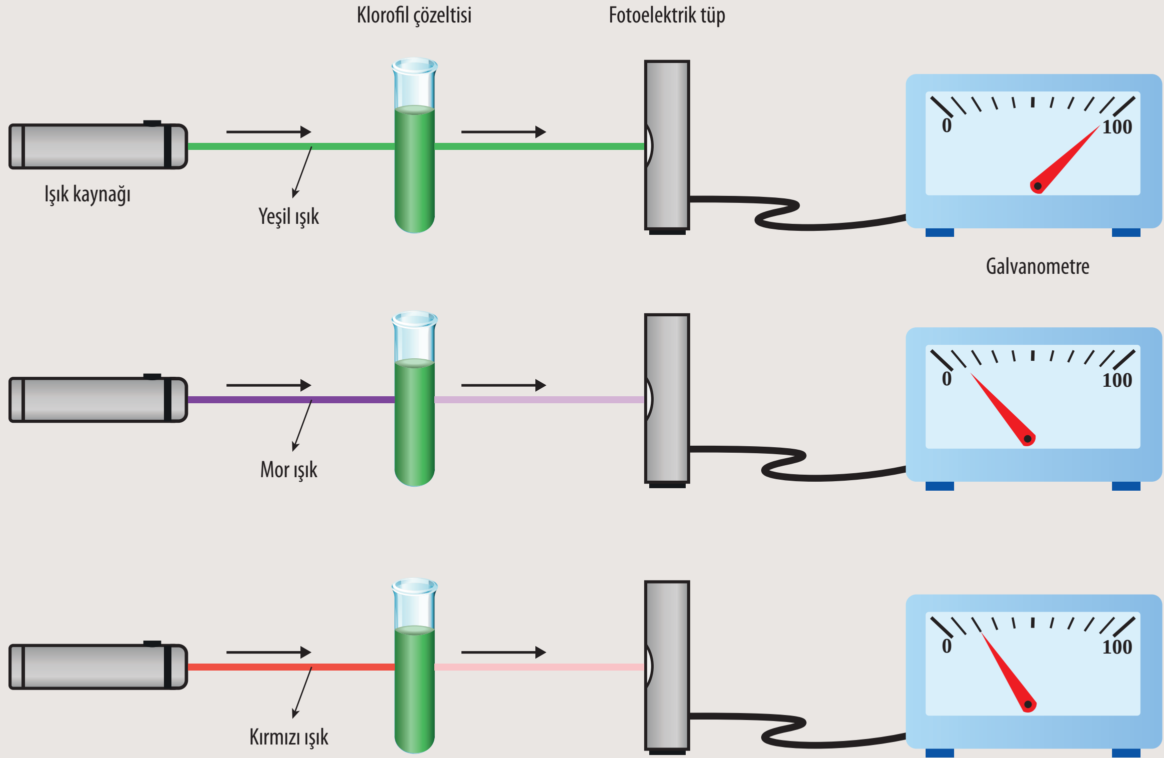
DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Fotosentetik canlıların bir anda yok olması diğer canlıları nasıl etkiler?

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen metinden ve görsellerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Pigment çözeltisi tarafından soğrulan ve geçirilen farklı dalga boylarındaki ışığın miktarı **spektrofotometre** ile ölçülür. Klorofil çözeltisinden geçirilen farklı dalga boylarına (renklere) sahip ışık, fotoelektrik tüpe çarpar. Bu fotoelektrik tüp, ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. Meydana gelen elektrik akımı galvanometrede ölçülür. Bu amaçla gerçekleştirilen deneyde yeşil, mor ve kırmızı dalga boylarındaki ışık klorofil çözeltisinden geçirilmiş ve geçen ışığın elektrik enerjisi olarak değerleri saptanmıştır.



1. Hangi renk ışık, klorofil çözeltisi tarafından en fazla soğrulmuştur? Ulaştığınız sonucu gerekçelendirerek yazınız.

....

....

2. Hangi renk ışık, klorofil çözeltisi tarafından en az soğrulmuştur? Ulaştığınız sonucu gerekçelendirerek yazınız.

....

....

3. Ölçümlerle elde ettiğiniz sonuçlardan yola çıkarak ışığın dalga boyu ile fotosentez arasındaki ilişkisini nasıl değerlendirirsiniz? Açıklayınız.

....

....

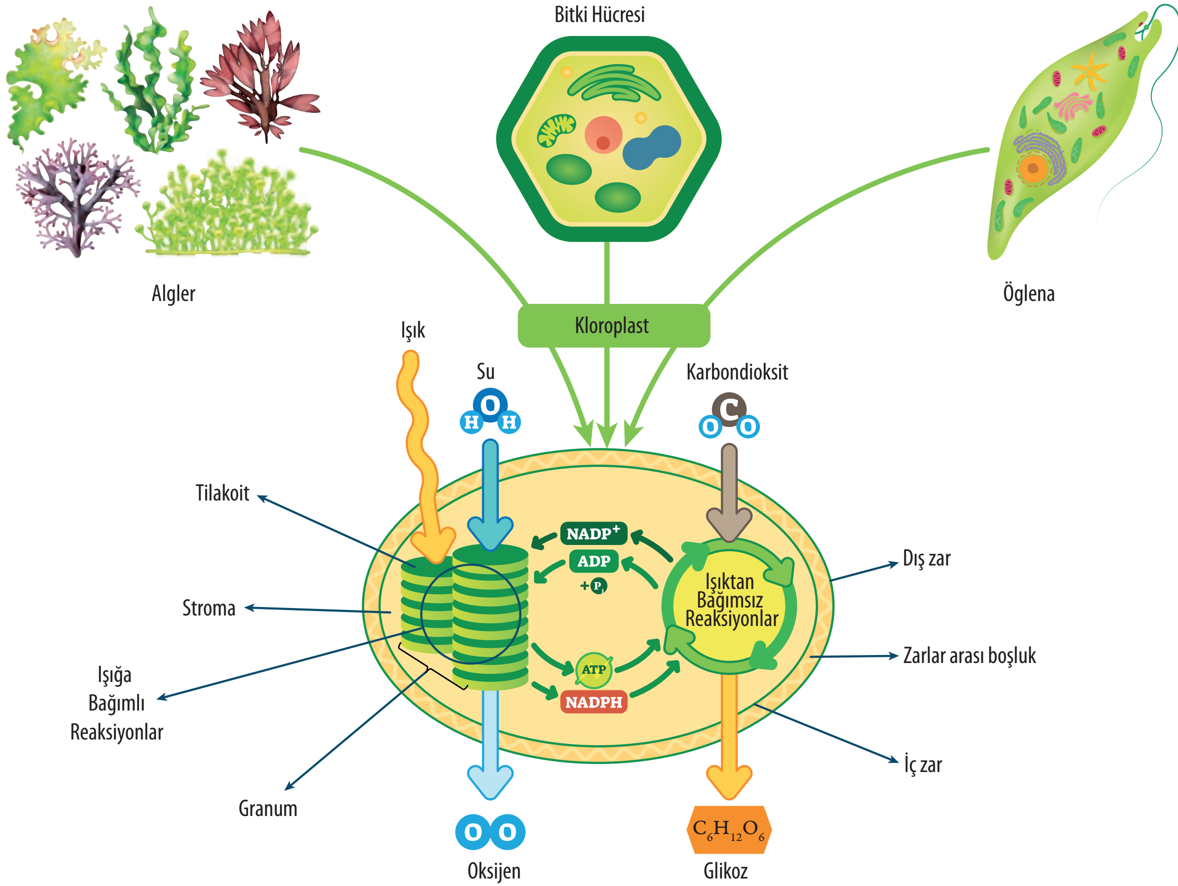
4. Deneyde kullanılan farklı dalga boylarındaki ışıklar yerine X ışını kullanılsaydı nasıl bir sonuçla karşılaşırdınız? Açıklayınız.

....

....

2.2.2. FOTOSENTEZ REAKSİYONLARI

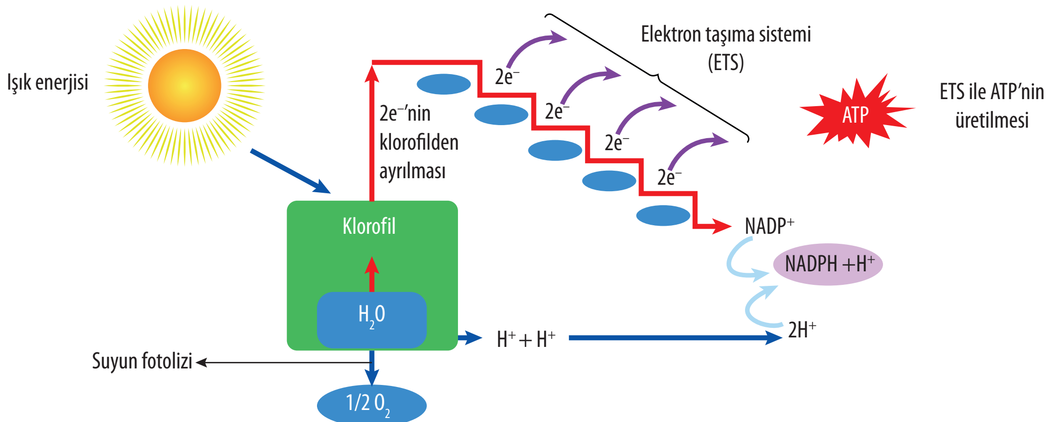
Fotosentez olayı, ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız [Calvin (Kalvin) döngüsü] reaksiyonları olarak iki evrede gerçekleşir. Ökaryot hücrelerin kloroplastlarında gerçekleşen reaksiyonlar Görsel 2.11'de gösterilmiştir.



Görsel 2.11: Kloroplastta gerçekleşen fotosentez reaksiyonları

a) Işığa Bağımlı Reaksiyonlar

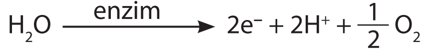
Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları, ökaryot hücrelerde kloroplastın tilakoit zarlarında; prokaryot hücrelerin ise hücre zarı kıvrımlarında gerçekleşir. Bu reaksiyonlar ışık olmadan gerçekleşmez. Bu evrede ışık enerjisi, kimyasal enerjiye dönüştürülüp ATP içerisinde geçici olarak depolanır. Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları evresinde gerçekleşen olaylar ve ışığın bir fotosistem tarafından toplanması Görsel 2.12'de gösterilmiştir.



Görsel 2.12: Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları

ATP sentezi için klorofilin ışığı soğurması ve ışık tarafından uyarılmış elektronların klorofilden ayrılması gerekir. Elektronlardaki enerjiden ATP sentezi yapılabilmesi için de elektronları tutabilecek bir sisteme ihtiyaç vardır. Bu amaçla kloroplastların tilakoit zarlarında **elektron taşıma sistemi (ETS)** yer alır. Klorofilden ayrılan elektronlar, indirgenme (redüksiyon) ve yükseltgenme (oksidasyon) reaksiyonları ile ETS'yi oluşturan bir molekülden diğer moleküle aktarılır. ETS' de elektron alan moleküller indirgenirken elektron veren moleküller ise yükseltgenir. Klorofilin kaybettiği elektronu tekrar kazanması gerekir. Klorofil kaybettiği elektronu sudan karşılar. Bu aktarım sırasında elektronun kaybettiği enerjiden yararlanarak ATP sentezlenirken bir kısmı da ısı enerjisi şeklinde sistemden uzaklaştırılır. Bu şekilde ışık enerjisiyle ATP sentezlenmesine **fotofosforilasyon** denir.

Klorofil tarafından soğrulan ışığın bir kısmı ile su molekülleri parçalanır. Işık enerjisi yardımıyla su moleküllerinin elektron, proton ve oksijene ayrışması olayına **fotoliz** denir.



$$H_2O \xrightarrow{\text{enzim}} 2e^- + 2H^+ + \frac{1}{2}O_2$$

Suyun parçalanması ile açığa çıkan hidrojenler (H^+), bir çeşit koenzim olan $NADP^+$ (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) ile tutularak NADPH molekülü üretilir. Fotoliz sonucu açığa çıkan oksijenin fazlası, atmosfere bu evrede verilir. ATP ve NADPH ise fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarında kullanılır.

Bu durumda suyun fotosentez için üç önemli işlevi vardır: İlki besin için hidrojen kaynağı, ikincisi klorofil için elektron kaynağı, üçüncüsü ise atmosfer için oksijen kaynağıdır.

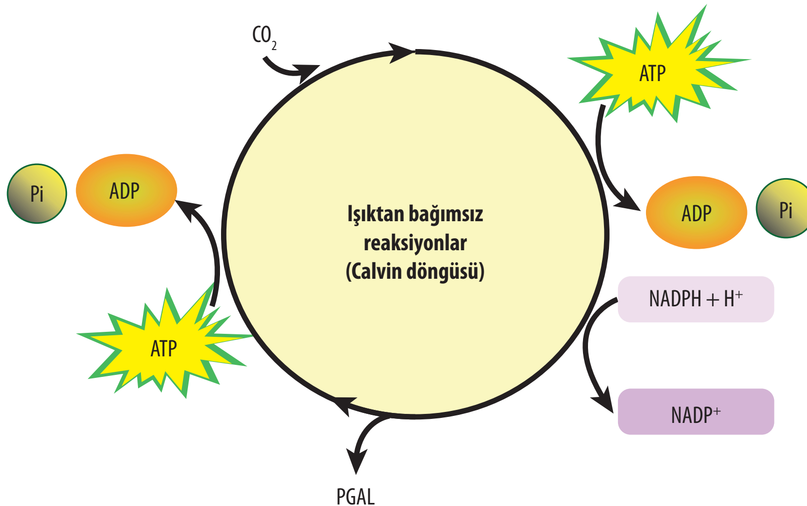
ARAŞTIRINIZ

Mars ve Venüs gezegenlerinin atmosferlerindeki CO_2, N_2, O_2 ve H_2O oranlarını araştırınız. Farklılıkların nedenini arkadaşlarınızla tartışınız.

b) Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar (Calvin Döngüsü)

Işıktan bağımsız reaksiyonlar fotosentetik ökaryotlarda kloroplastın stromasında, fotosentetik prokaryotlarda ise sitoplazmada gerçekleşir. Işığın kullanılmadığı bu reaksiyonlar, 1961 yılında Melvin Calvin'in (Melvin Kalvin) yaptığı araştırmalar sonucu açıklanmıştır. Bu nedenle bu reaksiyonlar **Calvin döngüsü** olarak da bilinir.

Işıktan bağımsız reaksiyonların gerçekleşebilmesi için ışığa bağımlı reaksiyonlara ihtiyaç vardır. Çünkü ışığa bağımlı reaksiyonlar safhasında açığa çıkan ATP ve NADPH'a ihtiyaç duyulur. Bu nedenle ışıktan bağımsız reaksiyonlar doğrudan ışığa bağımlı değildir. Bu safhadaki reaksiyonlar, enzimatik tepkimeler olduğu için sıcaklık değişimlerine karşı hassastır. Yüksek sıcaklık, ışıktan bağımsız reaksiyonlarda kullanılan enzimlerin yapısına zarar vereceği için fotosentezi yavaşlatır. Enzimlerin kullanıldığı bu tepkimelerde klorofil ve ETS kullanılmaz. Bu evrede gerçekleşen olaylar Görsel 2.13'te gösterilmiştir.



Görsel 2.13: Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları

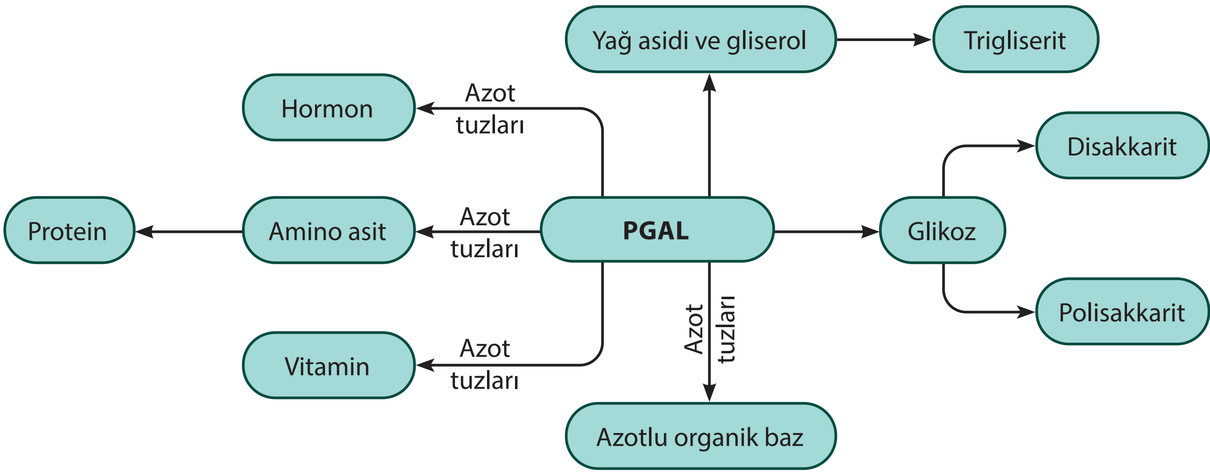
Işıktan bağımsız reaksiyonlar CO_2in şekere indirgendiği metabolik bir evredir. Işığa bağımlı tepkimelerden gelen ATP'lerin defosforilasyonu ile açığa çıkan enerji yardımıyla CO_2 ile NADPH'ın hidrojenleri birleştirilir. 3 karbonlu fosfogliseraldehit (PGAL) molekülleri sentezlenir. PGAL, glikoz, sukroz ve diğer organik moleküllerin sentezinde kullanılan anahtar bir moleküldür.

Dönüşüm sırasında açığa çıkan $NADP^+$, ADP ve inorganik fosfat molekülleri ise stromadan granaya aktarılır ve ışığa bağımlı reaksiyonlarında yeniden NADPH ve ATP sentezinde kullanılır.

Organik Moleküllerin Sentezi

Işıktan bağımsız reaksiyonlarda sentezlenen glikozların bir kısmı solunumda kullanılır. Geriye kalan glikozların fazlası ise ışıklı ortamda nişasta şeklinde depolanır. Bunun amacı hücrenin osmotik basıncını dengelemektir.

Fotosentez reaksiyonları sonucu oluşan PGAL'lerden ve şeker-fosfat bileşiklerinden dönüşüm reaksiyonları ile yağ asidi, gliserol, amino asit, hormonlar ve çeşitli azotlu organik bazlar sentezlenir. Işıktan bağımsız reaksiyonlarda, PGAL molekülünden bazı moleküllerin sentezi için azot gereklidir. Bitkiler, azot ihtiyaçlarını topraktan azot tuzlarını alarak karşılar. Alınan azot tuzları, iletim dokusuyla yapraklara taşınır. Yapraklarda fotosentez reaksiyonları sırasında karbondioksit özümlemesi yapılırken bu azot tuzları kullanılır. Işıktan bağımsız reaksiyonlarda PGAL'den sentezlenen organik moleküller Görsel 2.14'te gösterilmiştir.



Görsel 2.14: Işıktan bağımsız reaksiyonlarda sentezlenen organik moleküller

Dönüşüm reaksiyonlarının birçoğu kloroplastlarda gerçekleşir. Yapraklarda sentezlenen organik moleküller, iletim demetleri ile bitkinin geri kalan kısmına ulaştırılır. Bitkilerin çoğunda karbohidrat, bir disakkarit olan sükroz formunda yapraklardan ayrılır. Sükroz; fotosentez yapmayan hücrelere ulaştıktan sonra hücre solunumu ile protein, lipit ve diğer organik moleküllerin sentezinde ham madde olarak kullanılır.

ARAŞTIRINIZ

Fotosentez sürecini ve fotosentezin canlılar için önemini araştırınız. Araştırmalarınızı görsel ögeler, grafik düzenleyiciler, e-öğrenme nesnesi ve uygulamalarını kullanarak bir sunu hâline getiriniz. Hazırladığınız sunuyu bir sosyal ağda paylaşınız.

Sonuç olarak fotosentezin ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız reaksiyonlarındaki olaylar aşağıda özetlenmiştir.

- Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında H_2O fotolize uğrar. ATP ve NADPH sentezlenir. O_2 açığa çıkar.
- Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarında CO_2, ATP ve NADPH'ın hidrojenleri tüketilirken PGAL ise sentezlenir. Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarının altı kez tekrarlanmasıyla bir molekül glikoz sentezlenir. Ayrıca bitkinin ihtiyaç duyduğu diğer organik moleküller PGAL' den dönüşüm reaksiyonları ile üretilir.

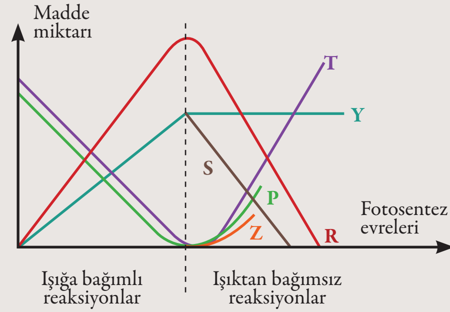
Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları ile ışıktan bağımsız reaksiyonlarının karşılaştırılması Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2: Fotosentez Reaksiyonlarının Karşılaştırılması

Işığa Bağımlı Reaksiyonlar	Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar
Kloroplastın tilakoit zarında gerçekleşir.	Kloroplastın stromasında gerçekleşir.
Işık, klorofil, ETS görev yapar.	Işık, klorofil, ETS görev yapmaz.
$NADP^+$, ADP, P_i, H_2O kullanılır.	CO_2, ATP, NADPH kullanılır.
ATP, NADPH, O_2 üretilir.	Glikoz ve diğer organik bileşikler yanında ADP, Pi, NADP üretilir.
Suyun fotolizi gerçekleşir.	Fotoliz gerçekleşmez.
Fotofosforilasyon ile ATP üretilir.	Işığa bağımlı reaksiyonlarda üretilen ATP harcanır.

SIRA SİZDE

Yanda verilen grafikte fotosentezin ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız reaksiyonlarında farklı maddelerin miktarlarında meydana gelen değişimler gösterilmiştir. Fotosentez reaksiyonlarında gerçekleşen olaylardan yola çıkarak grafikle ilgili verilen soruları cevaplayınız.



1. T, P, S, R, Y ve Z ile gösterilen maddeler nelerdir?

T: .... P: ....

S: .... R: ....

Y: .... Z: ....

2. Fotosentezde bu maddelerden hangileri glikoz için hidrojen kaynağıdır?

....

....

3. Fotosentezde bu maddelerden hangileri fotofosforilasyonla üretilir?

....

....

4. Fotosentezde bu maddelerden hangileri atmosfer için oksijen kaynağıdır?

....

....

5. Fotosentezde bu maddelerden hangileri glikozun yapısındaki oksijenin kaynağıdır?

....

....

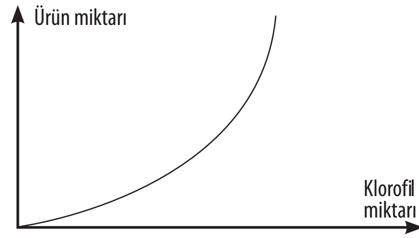
2.2.3. FOTOSENTEZ HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Bir hücrenin fotosentez hızı, birim zamanda tükettiği CO_2 veya ürettiği O_2 miktarı ile ölçülür. Ancak doğal süreçlerde fotosentez hızı sadece birim zamanda atmosferden alınan CO_2 veya atmosfere verilen O_2 miktarına göre belirlenemez. Fotosentez hızını klorofil miktarı, sıcaklık, ışığın şiddeti, ışığın dalga boyu ve CO_2 miktarı gibi birçok faktör belirler. Bu faktörler normal değerde olduğunda fotosentez normal hızda gerçekleşir. Ancak bu faktörlerden birinin yetersiz olması fotosentezin yavaşlaması veya durmasına neden olur. Bu durumda fotosentezin hızını miktarı en az olan faktör belirler. Buna **Minimum kuralı** denir.

Fotosentezi etkileyen faktörler arasında genetik ve çevresel faktörler vardır. Bunlardan klorofil miktarı, kloroplast sayısı, stoma sayısının konumu ve büyüklüğü, yaprak yapısı ile sayısı, epidermis ve kutikula kalınlığı, enzim miktarı fotosentezi etkileyen genetik faktörlerdendir. Işık şiddeti, ışığın dalga boyu, CO_2 yoğunluğu, ortam sıcaklığı, ortamın pH değeri, su miktarı, mineraller ise çevresel faktörlerdendir. Burada genetik faktörlerden klorofil miktarının çevresel faktörlerden ise ışık şiddetinin, sıcaklığın, CO_2 yoğunluğunun ve ışığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi üzerinde durulacaktır.

a) Klorofil miktarı

Fotosentez yapan canlılarda klorofil pigmenti bulunur. Optimum koşullarda klorofil miktarı artıkça birim zamanda oluşan ürün miktarı artar ancak fotosentez hızı değişmez. (Grafik 2.1).

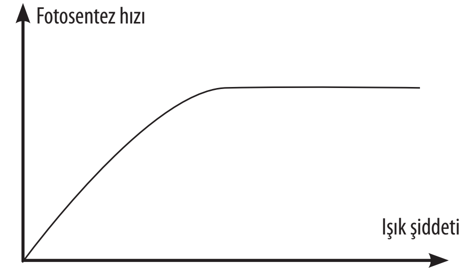


Grafik 2.1: Klorofil miktarı ile ürün miktarı arasındaki ilişki

b) Işık Şiddeti

Bir ışık kaynağının birim zamanda yaydığı ışık enerjisine **ışık şiddeti** denir. Işık kaynağının şiddetine, kaynağın uzaklığına ve ışığın kırılma derecesine göre bitkiye gelen ışık miktarı farklıdır. Gölgede ışık az olduğundan fotosentez hızı azalır. Bu nedenle gölgede yetişen bitkilerin büyümeleri sınırlıdır.

Fotosentez yapan canlılar, ışıksız ortamda fotosentez yapamaz. Işık şiddeti arttıkça belli bir değere kadar fotosentez hızlanır, sonra sabit kalır (Grafik 2.2). Minimum kuralına göre miktarı sabit kalan diğer faktörler, fotosentez hızını sınırlandırır. Işık şiddetinin sürekli artırıldığı düşünülürse fotosentez hızının da bir değere kadar artacağı söylenebilir. Ancak bu değer daha sonra sabitlenir çünkü ortamdaki CO_2, H_2O, klorofil miktarı gibi faktörler sınırlayıcı olacaktır.

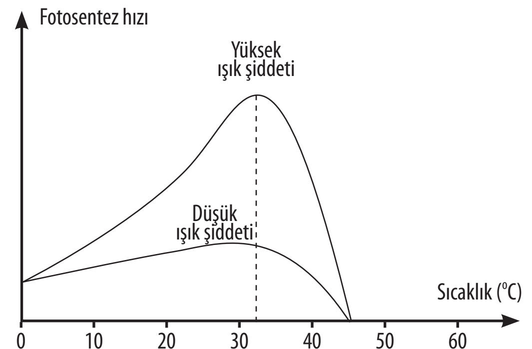


Grafik 2.2: Işık şiddetinin fotosentez hızına etkisi

c) Sıcaklık

Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları, enzimlerin katalizörlüğünde gerçekleşir. Bundan dolayı sıcaklık faktörü fotosentez hızını etkiler. Optimum sıcaklık değerinde fotosentez hızı maksimumdur. Çoğu bitki için optimum sıcaklık değeri 35 ile 40 °C arasındadır. Belli sıcaklık derecesinin üstünde bitkilerin yapısındaki enzimler bozulur. Enzimlerin bozulması da fotosentez hızını yavaşlatır ya da durdurur.

Işık şiddeti ve sıcaklık bir arada düşünülecek olursa yüksek ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentezi belirli bir değere kadar hızlandırır. Ancak düşük ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentez hızında belirgin bir artışa neden olmaz (Grafik 2.3).



Grafik 2.3: Sıcaklık ve ışık şiddetinin fotosentez hızı üzerindeki etkisi

2. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.




Etkinliğin Adı	Işığın Fotosenteze Etkisi
Etkinliğin Amacı	Işığın fotosentez üzerinde etkisini gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 20 dakika, Bekleme süresi: 1-2 saat
Araç Gereç	2 adet Elodea veya herhangi bir akvaryum bitkisi, 2 adet beherglas, ışık kaynağı, su, 2 adet deney tüpü, 2 adet pens, 2 adet huni

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Cam huninin içine pens yardımıyla *Elodea* bitkisini yerleştiriniz.
- Huniyi içine hava kaçırmadan ters çevirerek içi su dolu beherglasa yerleştiriniz.
- Huninin uç kısmını deney tüpü ile kapatınız.
- Deney düzeneğini ışık alan bir ortama koyunuz.
- Aynı işlemi karanlık bir ortamda tekrarlayınız.
- Deney düzeneklerini 2 saat boyunca bıraktığınız ortamlarda bekletiniz. Deney tüplerinde açığa çıkan kabarcıkları gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. İki deneyin sonuçlarıyla ilgili farklılıklar nelerdir? Açıklayınız.

....

....

2. Deney kabında kabarcık oluşumunu sağlayan gaz ne olabilir?

....

....

3. Deney sonucunda oluşan gazı nasıl test edersiniz?

....

....

4. Bu deneyden çıkarılacak sonuç nedir?

....

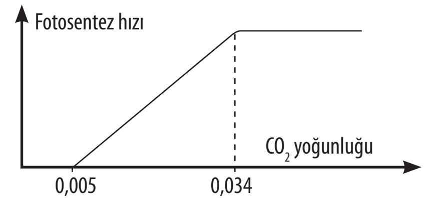
....



5. Yandaki Ek-2 de verilen Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

ç) CO_2 Yoğunluğu

Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarının gerçekleşmesi için karbondioksitin belli bir değerin altında olmaması gerekir. CO_2 yoğunluğu arttığında fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar sonra da sabit kalır (Grafik 2.4). Havadaki CO_2 yoğunluğu belli bir sınırın altına düşerse bitki CO_2 bağlayamaz ve fotosentez durur.



Grafik 2.4: CO_2 yoğunluğunun fotosentez hızına etkisi

BİLGİ DAĞARCIĞI

Bitkinin fotosentez yaptığı ortama CO_2 tutucu moleküller olan NaOH, Ca $(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, KOH gibi bileşikler konulursa bu bileşikler CO_2 ile tepkimeye girer ve bu durumdan fotosentez olumsuz etkilenir. Soda ve gazoz gibi CO_2 ve minerallerin fazla olduğu maddeler eklenirse fotosentez olumlu etkilenir (Petrucci ve ark. 2010: 886).

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Çiftçilerin seralarda verimi artırmak için ıslak saman balyalarını kullanmalarının nedeni nedir?

3. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.






Etkinliğin Adı	Karbondioksidin Fotosentez Hızına Etkisi
Etkinliğin Amacı	Bilimsel yöntem basamaklarını kullanarak karbondioksitin fotosentez hızına etkisini belirleyebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 20 dakika, Bekleme süresi: 1+1 saat
Araç Gereç	Elodea veya herhangi bir akvaryum bitkisi, beher, cam huni, plastik boru, kıskaç, karbondioksitli su (gazoz veya soda), tıpalı huni, kibrit veya çakmak

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

a) Verilerin toplanması ve problemin belirlenmesi

Çiftçiler, seralarda verimi artırmak için ıslak saman balyalarını kullanıyorlar. Böylece bakterilerin solunum esnasında samanı parçalayarak ortamın karbondioksit yoğunluğunu artırması amaçlanmaktadır. Bu durum "Karbondioksit yoğunluğu fotosentez hızını artırır mı?" sorusunu akla getirmektedir.

Problem: Karbondioksit miktarının fotosentez hızına etkisi nasıldır?

b) Hipotez kurma

Hipotez: Bitkilerin ürettiği O_2 miktarı, ortamdaki CO_2 miktarına bağlı olarak değişir.

c) Hipoteze dayalı tahminler yürütülür.

Tahmin: Eğer fotosentez hızı CO_2 yoğunluğu ile artıyor ise ortama CO_2 içerikli gazoz ya da soda eklenmesi O_2 çıkışını artıracaktır.

ç) Kontrollü deney yapma

- Elodea veya herhangi bir akvaryum bitkisini su ile doldurulmuş beher içerisine koyarak üzerini cam huni ile kapatınız.
- Huninin dışarıda kalan ucuna plastik boru geçiriniz, ucunu kıskaç ile sıkıştırınız sonra huniyi biraz yukarı kaldırarak ışık alan yere bırakınız.
- Bir saat bekledikten sonra hava kabarcıklarının çıktığını göreceksiniz. Çıkan bu gazın ne olduğunu öğrenebilmek için vanayı veya kıskacı açarak yanan kibriti veya çakmağı plastik borunun uç kısmına tutunuz.
- Kıskacı kapatıp deney düzeneğini eski hâline getirerek beherdeki suya soda ilave ediniz. Bir saat bekledikten sonra çakmağı plastik borunun uç kısmına tutup gözlemlerinizi yazınız.

Sonuçlandırma

1. Suyun içine soda katılması sonucu nasıl değiştirmiştir? Nedenini gerekçelendirerek yazınız.

....

....

2. Bir problemin çözümünde bilimsel yöntem basamaklarını kullanmanın size neler kazandırdığını yazınız.

....

....

3. CO_2 miktarının azalmasının fotosentez hızına etkisini gösteren bir deneyi, bilimsel problem çözme basamaklarını kullanarak tasarlayınız.

....

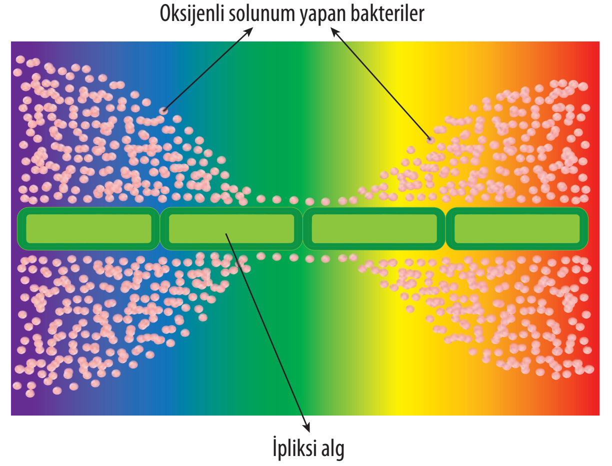
....



4. Yandaki karekodu okutarak verilen Deney Tasarlama Formu'nu doldurunuz.

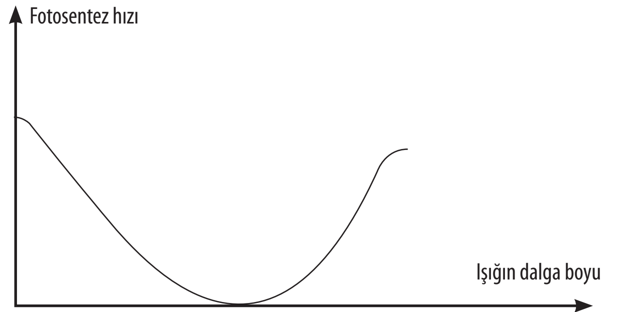
d) Işığın Dalga Boyu

Engelmann, ışığın dalga boyunun fotosentez hızını nasıl etkilediğini 1883 yılında gerçekleştirdiği deneyle göstermiştir. Engelmann deneyinde oksijenli solunum yapan bakteriler (aerob) ile ipliksi bir alg kullanmıştır. Işığı prizmadan geçirerek elde ettiği kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor ışıkları ipliksi alg üzerine düşürmüştür. Deney sonucunda mor, mavi ve kırmızı ışıkların alg üzerine düştüğü bölgelerde oksijenli solunum yapan bakterilerin daha fazla toplandığı görülmüştür (Görsel 2.15).



Görsel 2.15: Fotosentez hızının ışığın dalga boyuna bağlı olarak değişimi

Fotosentez, sadece görünür ışıkta başka bir deyişle 380 ile 750 nm arasındaki dalga boylarına sahip ışıkta gerçekleşir. Canlıların fotosentez yapabilmesi için öncelikle ışığın soğrulması gerekir. Klorofil mor, mavi ve kırmızı dalga boylarındaki ışığı en iyi soğurduğu için fotosentez bu dalga boylarında daha hızlıdır. Yeşil dalga boyundaki ışığı en az soğurduğu için fotosentez bu dalga boyunda daha yavaştır (Grafik 2.5).





Grafik 2.5: Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi

Tarımsal Ürün Miktarını Artırmada Yapay Işıklandırma

Işık seviyesi bitkilerin gelişimini olumlu yönde etkilediği için tarımsal ürün miktarını artırmada yapay ışık kullanımı gündeme gelmiştir. Kışın ışık seviyesinin düşük olduğu dönemlerde, bulutlu hava koşullarında bitkilerin büyümesi ve gelişimi olumsuz yönde etkilenir. Bunun nedeni ışık seviyesi düştüğünde fotosentez hızının ve buna bağlı olarak bitki gelişiminin yavaşlamasıdır. Aynı durum seralardaki bitkiler için de geçerlidir. Sera içerisindeki ışık seviyesi; gün uzunluğu, güneş ışığının gelme açısı, atmosferin bulutlu olması, bitki yoğunluğu, sera yapısı ve örtü malzemesi gibi faktörlerden etkilenir. Bu faktörlere bağlı olarak sera içindeki ışık seviyesi azaldığında ürün verimi de düşer. Doğal ışığın yetersiz olduğu durumlarda azalan ışık miktarının elektriksel aydınlatma ile karşılanmasına **yapay ışıklandırma** denir. Bu sayede son dönem teknolojisi ile oluşturulan seralarda çiçek, sebze ve meyve türleri her mevsimde ve oldukça verimli şekilde yetiştirilmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri yapay ışıklandırmanın kullanımıdır. Verilen ışığın şiddeti, dalga boyu ve süresi ayarlanarak bu durumu mümkün kılmaktadır. Örneğin seralarda mor ve kırmızı ışıkla yapılan aydınlatma, fotosentezi hızlandırarak ürün verimini artırmaktadır (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: Seralarda kullanılan yapay mor ışık

ARAŞTIRINIZ

Tarımda ürün miktarını artırmak için yapılan yapay ışıklandırma uygulamalarını araştırınız. Araştırmalarınızı sunu hâline getirip sınıfta paylaşınız.

ARA DEĞERLENDİRME

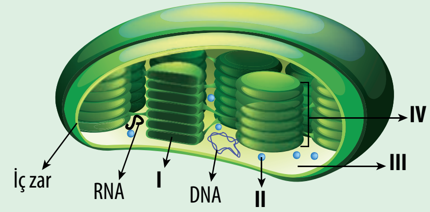
1. Yanda kloroplastın şekli gösterilmiştir. Buna göre şekildeki numaralanmış yerlerin isimlerini aşağıda boş bırakılan ilgili yerlere yazınız?

I. ....

II. ....

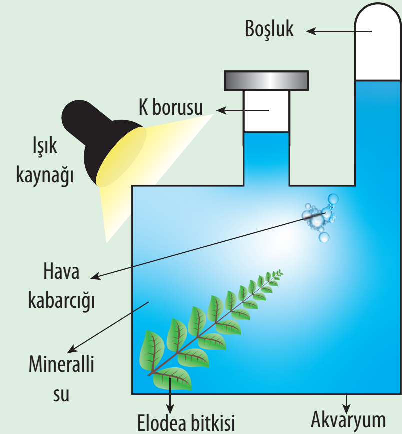
III. ....

IV. ....



2. Aşağıdaki soruları verilen görsele ve deneye göre cevaplayınız.

Bir araştırmacı, fotosentez koşullarının tam sağlandığı bir ortama Elodea bitkisini şekildeki gibi koyuyor. Deneyde C, O ve H atomlarının reaksiyonlarda hangi moleküllerin yapısına katıldığını izleyebilmek için CO_2deki karbonun ve H_2O'daki oksijen ve hidrojenin ağır izotoplarını kullanarak işaretliyor. Deney sonunda Elodea bitkisini, bulunduğu suyu ve deney düzeneğindeki havayı analiz ediyor.



a) Araştırmacı işaretli atomlara hangi yapılarda ve ortamlarda rastlamıştır?

....

....

b) Araştırmacı, bu deney sonunda ulaşılan sonuçlarla ilgili nasıl bir genelleme yapmıştır?

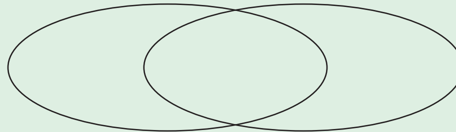
....

....

3. Aşağıdaki tabloda bitkilerde fotosentez sırasında gerçekleşen ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız reaksiyonlara ait özellikler verilmiştir. Bu özelliklerin önündeki rakamı verilen Venn diyagramına doğru bir şekilde yerleştiriniz.

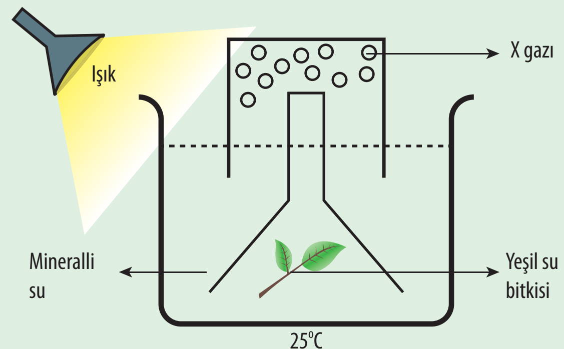
1.	ATP sentezi	5.	Fotoliz olayı
2.	Işık varlığında gerçekleşmesi	6.	Klorofil pigmentin kullanılması
3.	PGAL molekülünün sentezi	7.	NADPH molekülünün sentezi
4.	ETS'nin görev alması	8.	CO_2in indirgenmesi

Işığa bağımlı reaksiyonlar



Işıktan bağımsız reaksiyonlar

4. Yanda fotosenteze ait bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Hazırlanan düzenekle ilgili aşağıda verilen soruları cevaplayınız.



a) Ortamda biriken X gazı nedir?

....

....

b) X gazı miktarının artması için neler yapılabilir?

....

....

3. BÖLÜM

2.3. KEMOSENTEZ

Bu bölümde

- Kemosentez yapan canlıları,
- Kemosentetik canlıların güneş ışığı yerine enerji kaynağı olarak inorganik maddeleri kullandığını,
- Kemosentezin madde döngüsündeki rolünü,
- Kemosentezin endüstriyel alanlardaki kullanımını öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Kemosentez

Oksidasyon

DERİN DENİZ DİPLERİNDE YAŞAM


Görsel 2.17: *Riftia pachyptila*

Dev tüp solucanı *Riftia pachyptila* [riftiya pakiptila (Görsel 2.17)] Pasifik Okyanusu tabanındaki hidrotermal menfezler keşfedilene kadar bilim insanları tarafından bilinmiyordu. Bu hayvanların volkanik ısıdan güç alan havalandırma deliklerinin etrafında yaşaması oldukça şaşırtıcıydı. Bu canlılar kaynama noktasına yakın sıcaklıktaki suda, tamamen ışıksız ortamda, besin piramidinin üretici canlıları olmadan nasıl gelişiyor? Yapılan araştırmalar, bu canlıların dünyadaki bazı canlıların aksine enerji kaynakları için güneşe ihtiyaç duymadığını göstermiştir. Bu canlılardan biri olan dev tüp solucanı *Riftia pachyptila*, sülfür açısından zengin bölgelere yerleşebiliyor ve bu solucanın boyu 2 metreye kadar ulaşabiliyor. Dev tüp solucanlarının en önemli özelliği ise diğer hayvanların aksine ağız açıklığına sahip olmamalarıdır. Bu özellik keşfedildiğinde bilim insanlarını oldukça düşündürmüş. Bir hayvan beslenmeden nasıl hayatta kalabilir ve bu kadar hızlı büyüyebilir? Bu sorunun cevabı, dev tüp solucanının trofozom adı verilen organında yaşayan ve sülfid oksitleyip besin üreten endosimbiyotik bakterilerde saklıdır. Bu birliktelik yüz milyon yıl öncesine kadar uzanan başarılı bir sistemdir. Dev tüp solucanı kırmızı, geniş yüzeyli tüye benzer organı ile hidrotermal kaynaklardan gelen sudaki sülfidi toplar. Bu sülfid hemoglobine bağlanarak kanla trofozoma gönderilir. Sülfidin oksitlenmesi için gereken oksijen de derin denizdeki soğuk suda çözünmüş oksijenden gelmektedir. Sülfit ve oksijeni alan bakteriler, sülfidin oksitlenmesi sırasında ortaya çıkan enerjiyi kullanarak karbondioksidi indirger ve organik madde üretir. Kısacası derin denizlerde besin piramidinin üretici canlıları kemosentetik bakterilerdir. Kemosentez olayı da bu sistemin sürekliliğinde oldukça önemlidir.

Tjorven Hinzke ve arkadaşları*, Kemosentetik Riftia pachyptila Simbiyozunda Konak-Mikrop Etkileşimleri*

(Düzenlenmiştir.)

- Metindeki açıklamalardan yararlanarak güneşin ulaşmadığı ortamlarda ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kemosentetik bakterilerin önemini ve rolünü tartışınız.

BİR FİKRİN VAR MI?





- Bataklık bölgelerinin çürük yumurta gibi kokması, madenciliğe bağlı olarak gelişen asidik maden sahaları gibi olumsuz durumlar çok yaygın çevre problemleridir. Bu olayların nedenleri ile ilgili düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

....

....

2.3. KEMOSENTEZ

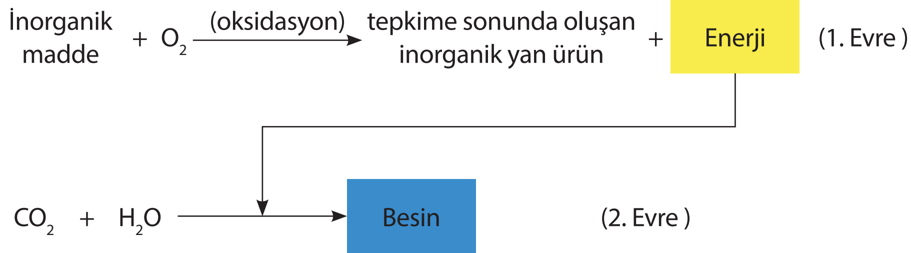
Kendi besinini kendisi yapan organizmalara **ototrof** denir. İnorganik maddelerden organik madde sentezini gerçekleştiren ototroflar, kullandıkları enerji kaynağı bakımından farklılık gösterir. Organik madde sentezi için gerekli enerjiyi güneş ışığından karşılayan organizmalara **fotoototrof canlılar**, gerek duyduğu enerjiyi ışık yerine inorganik maddelerin oksidasyonu sonucu açığa çıkan kimyasal enerjiden karşılayanlara ise **kemoototrof canlılar** denir. Kemosentez yapan canlılar, tek hücreli ve prokaryot hücre yapısına sahiptir.

2.3.1 KEMOSENTEZ REAKSİYONLARI

Bazı prokaryot canlılar tarafından inorganik maddelerin oksidasyonu sonucu açığa çıkan kimyasal enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezine **kemosentez** denir. İnorganik maddeler, oksijen ile tepkimeye girerek başka inorganik maddelere dönüşür. Bu olaya **oksidasyon** denir. Oksidasyon sonucunda bir miktar enerji açığa çıkar. Oksidasyon ya da yükseltgenme, elektronların bir atom ya da molekülden ayrılmasını sağlayan kimyasal bir tepkimedir.

Kemosentez reaksiyonu iki evrede gerçekleşir.

1. Evrede oksidasyon ile enerji üretilir.
2. Evrede üretilen enerji ile besin sentezlenir.



Kemosentez sırasında canlı türüne göre enerji kaynağı olarak farklı inorganik maddeler kullanılabilir. Demir (Fe^{+2}), amonyak (NH_3), nitrit (NO_2), hidrojen gazı (H_2), hidrojen sülfür (H_2S) ve sülfür (S_2) gibi inorganik madde çeşitleri oksitlenir. Kemosentezde inorganik maddelerin oksidasyonundan elde edilen enerjiyle ATP ve NADPH sentezlenir. Üretilen ATP ve NADPH, karbondioksiti indirgeyerek organik madde sentezinde kullanılır. Bu süreçte herhangi bir oksijen çıkışı olmaz. Kemoototrof canlılara nitritleyici ve nitratlayıcı bakteriler, kükürt okside edici bakteriler, demir okside eden bakteriler, hidrojen okside eden bakteriler ve arkelerin çoğu örnek olarak verilebilir. Kemoototrof canlılar, klorofil pigmenti bulundurmadığından besin sentezi sırasında ışık enerjisi kullanmaz. Bu canlılar, hem gündüz hem de gece besin üretebilir.

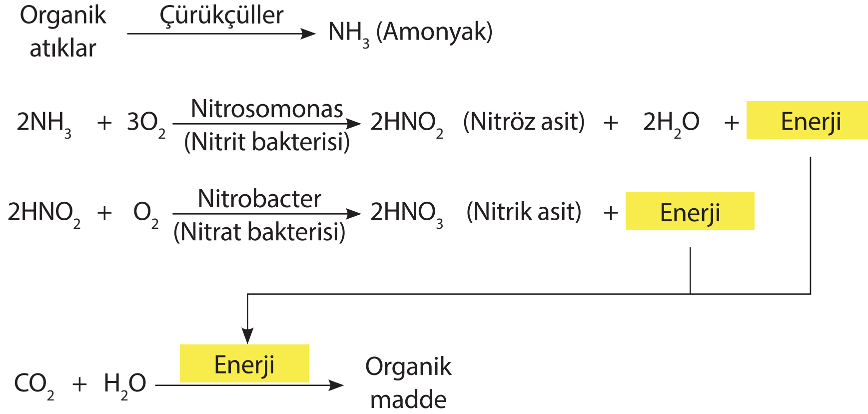
BİLGİ DAĞARCIĞI

Fotosentez yapan bakterilerden bazıları da H_2S kullanır. Ancak H_2S, bakteri fotosentezinde hidrojen ve elektron kaynağı olarak kullanılırken kemosentezde enerji kaynağı olarak kullanılır (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.190, 581).

Kemosentezin Madde Döngülerine Katkısı ve Endüstriyel Alanlarda Kullanımı

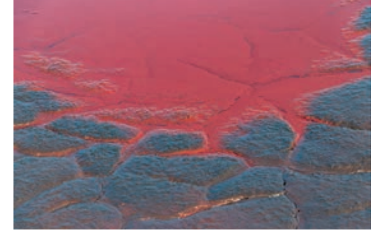
Kemosentez olayını gerçekleştiren nitritleyici ve nitratlayıcı bakteriler, doğadaki madde döngüsünde çok önemli bir role sahiptir. Kemosentetik canlılar, madde döngülerini sağlayarak çevre kirliliğini önlemede ve biyolojik dengenin korunmasında etkilidir. Bitkiler, atmosferde yüksek oranda azot gazı bulunmasına rağmen bu azottan doğrudan faydalanamaz. Bitkiler, azotu ancak nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde topraktan alabilir. Azotun bitkilerin kullanabileceği hâle gelme sürecinde çürükçüller(saprotrofik) ve kemosentetik bakteriler rol oynar. Çürükçüller, doğadaki ölü hayvan ve bitki gibi organik atıkları ayrıştırarak bunların yapısında bulunan azotlu bileşikleri (amino asitler, nükleik asitler vb.) NH_3 e dönüştürür. Bitkiler, NH_3 ün yapısındaki azotu doğrudan kullanamaz.

Oluşan NH_3 kemosentez olayı ile iki aşamada gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucu nitrata (NO_3^-) dönüşür. NH_3ün nitrit ve nitrat tuzlarına dönüştürülmesinde Nitrosomonas (Nitrosomonas) ve Nitrobacter (Nitrobakter) cinsi bakteriler görev alır. NH_3, önce Nitrosomonas bakterileri tarafından oksitlenerek nitröz aside (HNO_2) dönüşür. Nitröz asit Nitrobacter cinsi bakterileri tarafından oksitlenerek nitrik aside (HNO_3) çevrilir. Bu dönüşümlerden enerji açığa çıkar. Her iki bakteri grubu gerçekleştirdikleri dönüşümlerden elde ettiği enerji ile ATP sentezler. Daha sonra bu ATP'ler organik madde sentezinde kullanılır. Nitrosomonas ve Nitrobacter tarafından gerçekleştirilen kemosentez olayı aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Kemosentetik arkelerin büyük bir kısmı yüksek tuzluluk, düşük oksijen yoğunluğu, yüksek sıcaklık, yüksek ya da düşük pH gibi zor koşullarda yaşar. Bu canlılardan elde edilen zor koşullara dayanıklı enzimler, endüstride kullanılmaktadır. Kemosentetik bakterilerden birçok alanda yararlanılır.

- Metallerin etkisiyle kirlenmiş suların (Görsel 2.18) kullanılabilir hâle getirilmesinde,
- Boya endüstrisinde ve arıtma tesislerinde atık suların temizlenmesinde,
- Kalitesi düşük metal cevherlerin zenginleştirilmesinde,
- Çöplerin ayrıştırılmasında,
- Biyoyakıt ve biyogaz üretiminde,
- Arıtma sistemlerinde metanojenlerin ürettiği metanın sanayide enerji kaynağı olarak kullanılmasında,
- Metan gazının sıvılaştırılması ile elde edilen yakıtla seraların ısıtılmasında,
- Biyogaz üretimi sırasında oluşan amonyak ve fosfatlı bileşiklerin gübre ve hayvan yemi olarak kullanılmasında faydalanılır.



Görsel 2.18: Metal atıklarıyla kirlenmiş su

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Bir ekosistemde kemosentetik canlıların olmaması durumunda ne gibi durumlar ortaya çıkabilirdi? Tartışınız.

ARAŞTIRINIZ

Biyolojik arıtma tesislerinin işleyişini basılı ve elektronik ortamdan araştırınız. Araştırmanızı sınıfta sununuz.

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Çöp toplama alanlarında oluşan patlamaların ve yangınların sebebi ne olabilir?

Fotosentez ve kemosentezin ortak yönleri Tablo 2.3' te gösterilmiştir.

Tablo 2.3: Fotosentez ve Kemosentezin Ortak Yönleri

Fotosentez ve Kemosentezin Ortak Yönleri	
• İnorganik maddeden organik maddeler üretilir. • Karbon kaynağı olarak CO_2 kullanılır. • ATP sentezlenir.	• Enzimatik tepkimelerdir. • ETS görev yapar.

Fotosentez ve kemosentezin farklı yönleri Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4: Fotosentez ve Kemosentezin Farklı Yönleri

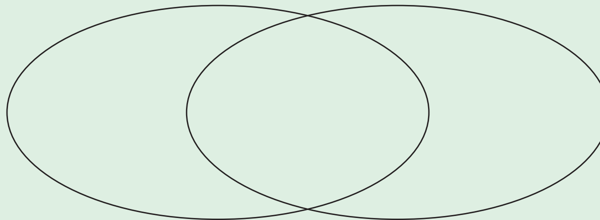
Fotosentez	Kemosentez
• Klorofil bulunmalıdır.	• Klorofile gerek yoktur.
• Bazı prokaryot ve ökaryotlarda görülür.	• Prokaryotların bazılarında görülür.
• Işık enerjisi kullanılır.	• Kimyasal enerji kullanılır.
• H_2S hidrojen kaynağı olarak kullanılabilir. (Örn: Mor kükürt bakteriler)	• H_2S enerji kaynağı olarak kullanılır. (Örn: Sülfür bakterileri)
• Gündüz gerçekleşir.	• Hem gündüz hem gece gerçekleşir.
• Atmosfere O_2 verilebilir.	• Oksijen çıkışı yoktur.

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda fotoototrof ve kemoototrof canlılara ait bazı özellikler verilmiştir. Bu özelliklerin önündeki rakamı verilen Venn diyagramına doğru bir şekilde yazınız.

1.	İnorganik madde oksidasyonu ile enerji elde etme	6.	Oksidatif fosforilasyon ile ATP üretme
2.	Işığa ihtiyaç duyma	7.	NADPH molekülünün indirgenmesi
3.	ETS bulundurma	8.	CO_2 in indirgenmesi
4.	Fotofosforilasyonun gerçekleşmesi	9.	Su kullanılması
5.	Klorofil bulundurma	10.	İnorganik madde kullanma

Fotoototrof canlılar



Kemoototrof canlılar

2. Topraksız tarım (Hidroponik) yapılırken bitkinin gelişiminde rol oynayan azot tuzlarının mutlaka suya eklenmesi gerekir. Doğadaki azotlu bileşikler, hangi yolla bitkilerin kullanabileceği azot tuzları hâline dönüşür?

....

....

3. Endüstride arkelerin enzimlerinin tercih edilmesinin nedeni nedir?

....

....

4. BÖLÜM

2.4. HÜCRESEL SOLUNUM

Bu bölümde

- Canlılarda oksijenli ve oksijensiz solunum olmak üzere iki tip hücre solunumunun gerçekleştiğini,
- Oksijenli ve oksijensiz solunum olaylarının mekanizmasını,
- Etil alkol ve laktik asit fermantasyonunun mekanizmasını,
- Fotosentez ve solunumun madde ve enerji dengesinin sağlanmasındaki önemini öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Fermantasyon

Glikoliz

Mitokondri

Oksijenli solunum

Hücresel solunum

Krebs döngüsü

Oksijensiz solunum

HÜCRELER UNUTUR MU?

Atmosferdeki oksijen oranı yükseklere çıktıkça azalır. Örneğin Everest Dağı'na çıkan dağcıların (Görsel 2.20) kaldığı ana kampın bulunduğu irtifada (5364 metre) atmosferdeki oksijen seviyesi, deniz seviyesinin yaklaşık yarısı kadardır. Ancak dünya genelinde milyonlarca insan 2500 metre irtifanın üzerinde sağlıklı bir şekilde yaşayabilmektedir.

Görsel 2.20: Everest Dağı'na tırmanan dağcılar

Yüksek irtifalarda vücuttaki kırmızı kan hücrelerinin sayısı ve hacmi ile toplam hemoglobin miktarının arttığı bilinmektedir. Yakın bir zamana kadar insanların yüksek irtifalara nasıl uyum sağladığı tam olarak aydınlatılabilmiş değildi. Yapılan araştırmalarda yüksek irtifalara çıkan insanların düşük irtifaya indiklerinde belli bir süre yüksek irtifa koşullarındaki metabolizmalarını sürdürdükleri anlaşılmıştır. Bu da vücudumuzun metabolik bir hafızası olduğu anlamına gelebilir.

2019 Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü, hücrelerin ortamdaki oksijen düzeyini nasıl algıladığına ve buna nasıl uyum sağladığına ilişkin keşiflerinden dolayı William G. Kaelin Jr. (Vilyım Ci Kelın Cinyır), Sir Peter J. Ratcliffe (Sör Pitır Cey Raklıf) ve Gregg Semenza (Gırek Semenza) adlı üç bilim insanına verildi. Yapılan çalışmada, bulunulan ortamdaki oksijen düzeyinde dalgalanmalar olduğunda hayvan hücrelerindeki gen ifadesinde esaslı değişimler meydana geldiği saptanmıştır. Bu üç bilim insanı, oksijen düzeylerinin hücresel metabolizmayı ve fizyolojik işlevleri nasıl etkilediğine ilişkin anlayışın temelini ortaya koymuştur. Yaptıkları keşifler ayrıca anemi ve kanser gibi pek çok hastalıkla mücadele için yeni yöntemler geliştirilmesinin önünü açmıştır.

Dr. Tuba Sarıgül, *Vücudumuzun Metabolik Hafızası Yükseklere Çıktığımızı Hatırlıyor*

İlay Çelik Sezer, *Oksijen Düzeyine Yönelik Algılama ve Uyum Mekanizmalarının Keşfi*

(Düzenlenmiştir.)

- Canlıların değişen oksijen miktarına neden ve nasıl tepki verdiğini metinden yararlanarak tartışınız.

BİR FİKRİN VAR MI?







Görsellerden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız?

- Evinizi neden sık sık havalandırırsınız?

  ....

  ....

- Bacağa kramp girmesinin nedeni nedir?

  ....

  ....

- Hamur mayalanınca neden kabarır?

  ....

  ....

2.4. HÜCRESEL SOLUNUM

Solunum olayı genellikle nefes alıp vermek ile karıştırılır. Hücresel solunum ile nefes alıp verme birbirinden farklı kavramlardır. Nefes alıp verme, solunum organlarındaki gaz değişimini ifade ederken hücresel solunum ise canlıların metabolik faaliyetlerini gerçekleştirebilmek için organik maddeleri parçalayarak enerji elde etme yoludur. Bu bölümde hücre içinde besinlerden enerji elde edilmesinin çeşitleri, yöntem ve basamakları açıklanacaktır.

2.4.1. HÜCRESEL SOLUNUM REAKSİYONLARI

Canlı hücreler monomerlerden polimerleri sentezlemek, aktif taşımayla hücre zarından madde taşınımını sağlamak, hareket etmek ve üremek gibi faaliyetler için organik moleküllerden enerji sağlar. Hücrede ihtiyaç duyulan enerji, bu organik moleküllerin hücre içinde solunum olayı ile parçalanmasıyla elde edilir. Hücresel solunum, organik moleküllerin yıkılmasıyla ETS kullanılarak ATP sentezlenmesine denir. Hücresel solunumunda organik maddelerin kimyasal bağlarında depolanmış kimyasal bağ enerjisi yine bir kimyasal enerji olan ATP enerjisine dönüştürülür. Canlılarda hücresel solunum, oksijenli ve oksijensiz solunum olmak üzere iki çeşittir. Ancak fermantasyon denilen yıkım tepkimeleri ile ATP enerjisi üreten canlılar da vardır.

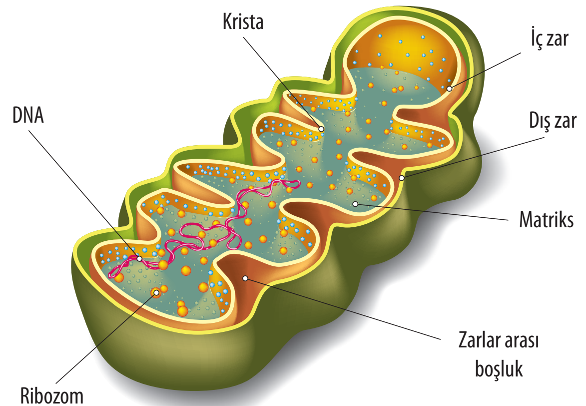
A. Oksijenli (Aerobik) Solunum

Oksijen, enzimler ve ETS yardımıyla enerji verici organik moleküllerin H_2O ve CO_2 ye kadar parçalanması sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenmesine **oksijenli solunum** denir. Oksijenli solunum, bazı prokaryotlarda ve mitokondri organeline sahip tüm ökaryot canlılarda gerçekleşir. Oksijenli solunum, prokaryotlarda sitoplazmada ve hücre zarı kıvrımlarında gerçekleşir. Ökaryotlarda ise sitoplazmada başlayıp mitokondride devam eder ve tamamlanır.

Mitokondrinin Yapısı

Mitokondriler bitkiler, hayvanlar, mantarlar (funguslar) ve birçok protista dâhil hemen hemen tüm ökaryotik hücrelerde bulunur. Bazı hücreler tek ve büyük mitokondri içerdiği hâlde hücrelerdeki mitokondri sayısı yüzlerce hatta binlerce olabilir. Bu sayı, hücrenin metabolik aktivite düzeyine bağlıdır. Örneğin kas hücreleri diğer hücrelere göre daha fazla mitokondri içerir. Mitokondriler kaynaşarak mitokondriyal ağ yapısını oluşturabilir. Örneğin iskelet kas hücrelerinde bu ağsı yapı belirgindir. Mitokondriler genellikle 1-10 mikrometre uzunluğundadır. Kendine özgü DNA, RNA ve ribozomlarının olması nedeniyle mitokondriler, hücre çekirdeğinin kontrolü altında çoğalabilir ve yapılarına uygun proteinleri sentezleyebilir.

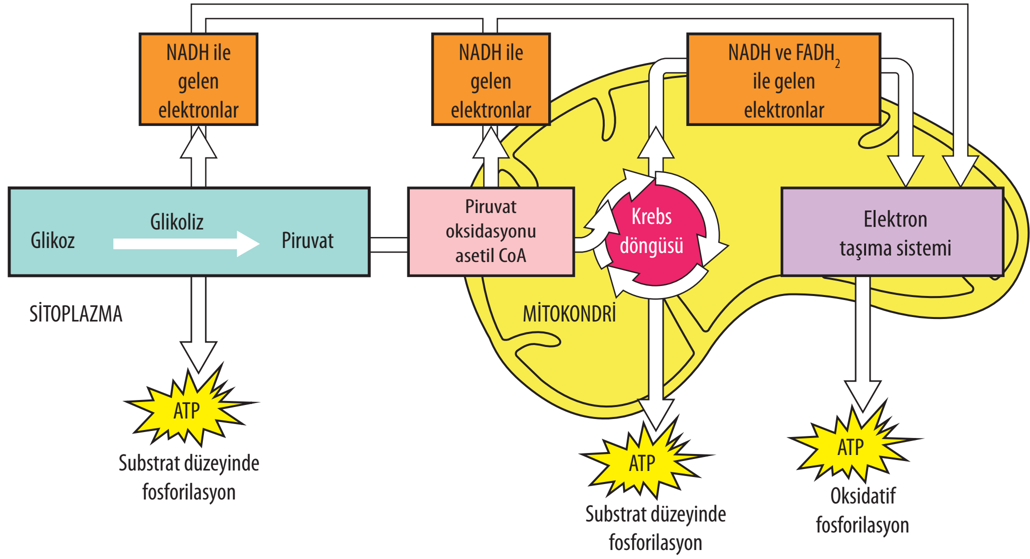
Mitokondrinin yapısı Görsel 2.20'de gösterilmiştir. Mitokondri, çift katlı zar sistemine sahip bir organeldir. Bu zarların her biri çift katlı fosfolipid ve kendine özgü proteinlere sahiptir. Dış zar düz, iç zar kıvrımlı bir yapıya sahiptir. **Krista** denen bu kıvrımlar, iç zarın yüzey alanını genişletir ve solunumdaki enerji verimini artırır. İç zar mitokondriyi iki bölüme ayırır. Birinci bölüm, iç ve dış zarlar arasında kalan dar bölgedir. İkinci bölüm ise iç zar tarafından çevrilmiş **mitokondriyal matrikstir**. Matrikste solunumda görevli enzimler, ribozomlar, RNA, organik maddeler, inorganik maddeler ve mitokondri DNA'sı bulunur. ATP sentezlenmesini sağlayan ATP sentaz enzimi ve ETS elemanları iç zarın kıvrımlarında yer alır. Matrikste ise hücre solunumunun bazı basamaklarını katalizleyen enzimler vardır.



Görsel 2.20: Mitokondrinin yapısı

- **Oksijenli Solunum Reaksiyonları**

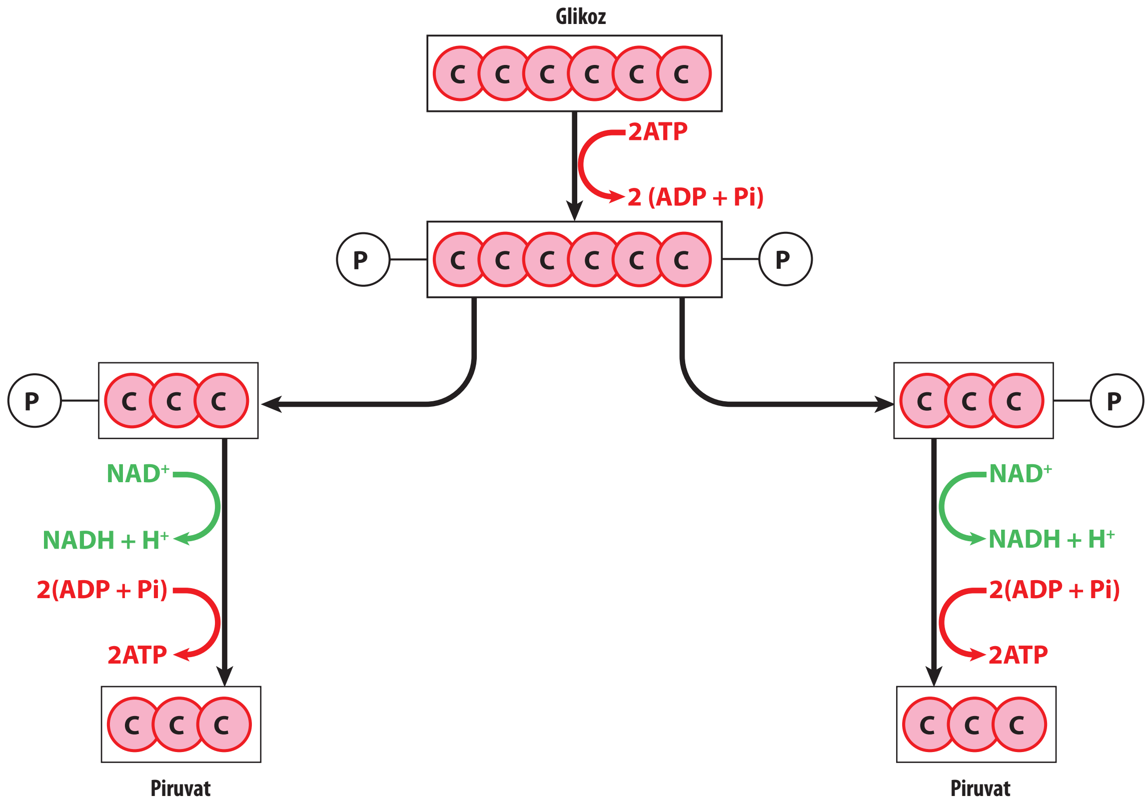
Oksijenli solunum glikoliz, krebs döngüsü ve elektron taşıma sistemi (ETS) olmak üzere üç aşamadan oluşur. Bu aşamalar Görsel 2.21'de gösterilmiştir.



Görsel 2.21: Oksijenli solunum aşamaları

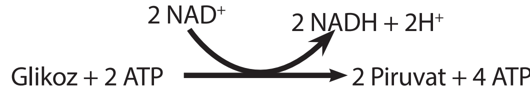
a) Glikoliz

Canlıların hücresel solunumda enerji elde etmek için altı karbonlu glikozun bir seri tepkime sonunda piruvat (pirüvik asit) denen iki adet üç karbonlu moleküle ayrılmasına kadar gerçekleşen bir seri reaksiyona **glikoliz** denir (Görsel 2.22).



Görsel 2.22: Glikoliz evresi

Bu olay, tüm canlılarda ortak olan enzimlerle sitoplazmada gerçekleşir. Glikoliz reaksiyonlarının başlayabilmesi için kararlı hâldeki glikoz molekülü 2 molekül ATP harcanarak kararsız hâle getirilip aktifleştirilir. Daha sonraki aşamalarda ise bir glikoz molekülünün parçalanması sırasında substrat düzeyinde fosforilasyon ile 4 ATP sentezi gerçekleşir. Bu sırada NAD^+ (nikotinamid adenin dinükleotit) koenzimi, organik molekülden hidrojen atomlarını alarak (indirgenerek) $NADH + H^+$ oluşturur. İki molekül 3C'lu piruvat meydana gelir. Ökaryot hücrelerdeki glikoliz sırasında ara ürünlerden ayrılan hidrojenler, $NADH + H^+$ formunda mitokondrinin kristasındaki ETS'ye aktarılır. Bu hidrojenler, oksidatif fosforilasyonla ATP sentezinde kullanılır. Sonuç olarak glikolizde 1 glikoz molekülünden 2 piruvat, 4 ATP, 2 $NADH + 2H^+$ elde edilir. 2 ATP başlangıçta harcandığından substrat düzeyinde fosforilasyonla net kazanç 2 ATP'dir.



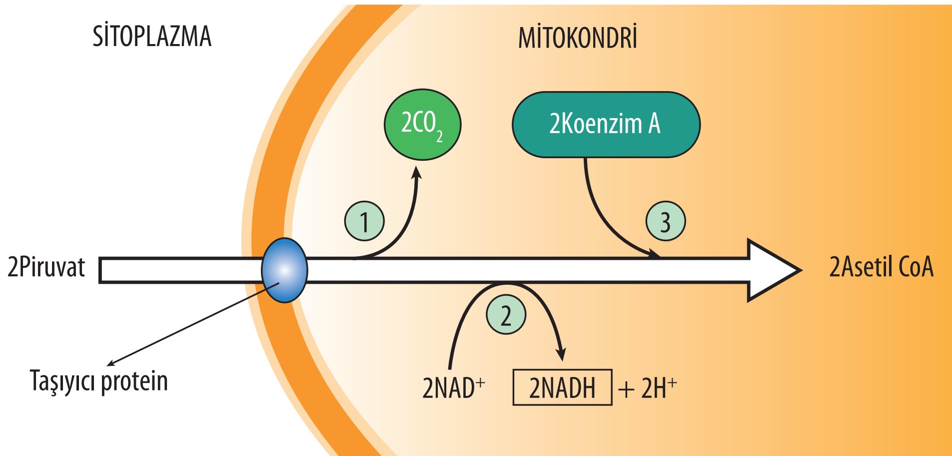
BİLGİ DAĞARCIĞI

NAD molekülü, solunum metabolizmasında elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. NAD^+ kimyasal olarak yükseltgenmiş molekül olarak kabul edilir. Glikoliz sırasında NAD^+ bir çift hidrojen aldığında $NADH + H^+$ olarak indirgenir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.167).

Pirüvatın Oksidasyonu

Ökaryot hücrelerde glikoliz sonucunda oluşan 2 piruvat ve 2 $NADH + 2 H^+$ ortamda oksijen varsa mitokondrinin matriksine geçer. Piruvatlar aktif taşıma ile mitokondriye girer. İki piruvattan her biri iki ayrı krebs çemberine girmek üzere enzimler yardımıyla asetil-CoA (asetil-koenzimA) molekülüne dönüştürülür. Bu aşamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

1. Piruvatlardan birer molekül CO_2 ayrılır.
2. Piruvatlardan ayrılan hidrojenlerin elektron ve protonları NAD^+ tarafından tutulur.
3. Son olarak yapıya birer molekül koenzim A katılarak asetil CoA molekülleri oluşur (Görsel 2.23).



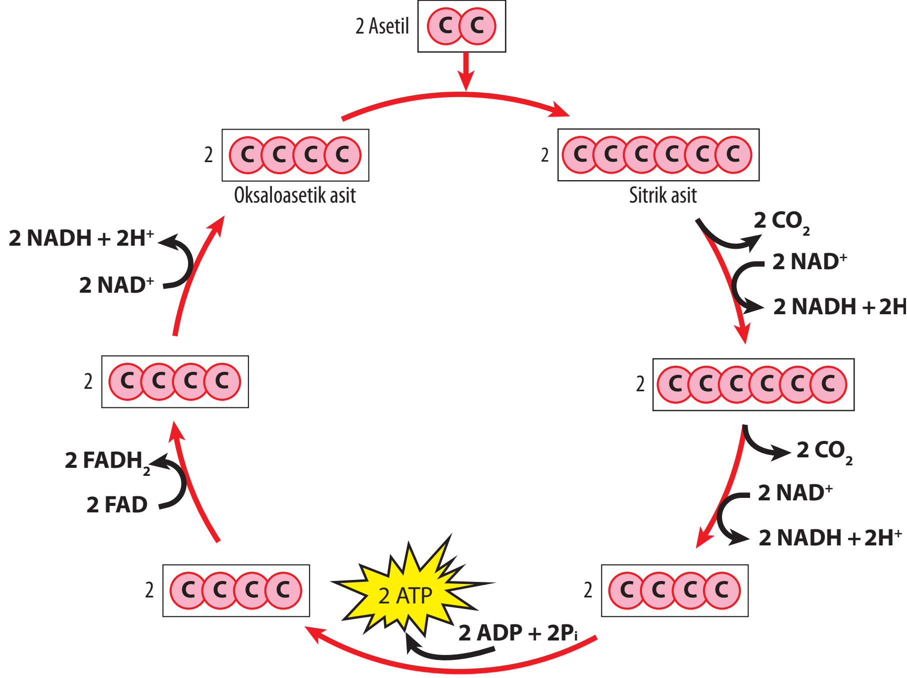
Görsel 2.23: Piruvat'ın asetil CoA'ya dönüşümü

Ortamda yeterince oksijen bulunmazsa pirüvat, etil alkol ya da laktik asit fermantasyonu tepkimelerine katılır.

b) Krebs Döngüsü

İlk defa bilim insanı Hans Krebs (Hans Krebs) tarafından açıklığa kavuşturulan bu reaksiyonlara **Krebs döngüsü** denir. Mitokondrilerin matriksinde gerçekleşir. Bir önceki basamakta meydana gelen asetil CoA'dan CoA ayrılır. Krebs döngüsüne asetil girer. Krebs döngüsü, 2 karbonlu asetil ile 4 karbonlu oksaloasetik asitin tepkimeye girmesi sonucunda oluşan 6 karbonlu **sitrik asit** oluşumu ile başlar.

Daha sonra peş peşe gerçekleşen reaksiyonlarla sitrik asitten 4 karbonlu oksaloasetik asit yeniden sentezlenir ve Krebs döngüsü tamamlanmış olur. Oksijenli solunumla bir glikoz molekülünün parçalanması sırasında gerçekleşen iki Krebs döngüsü ile substrat düzeyinde fosforilasyonla 2 ATP sentezlenir. Krebs döngüsünde farklı karbon sayısına sahip moleküllerden ayrılan hidrojenlerin proton ve elektronları ise 6 NAD^+ ve 2 FAD (Flavin adenin dinükleotid) tarafından tutulur. Bu sırada 4 CO_2 oluşur ve atmosfere verilir. Krebs döngüsünde üretilen toplam 6 NADH + 6H^+ ve 2 $FADH_2$ molekülleri ise elektron taşıma sistemine (ETS) aktarılır (Görsel 2.24).

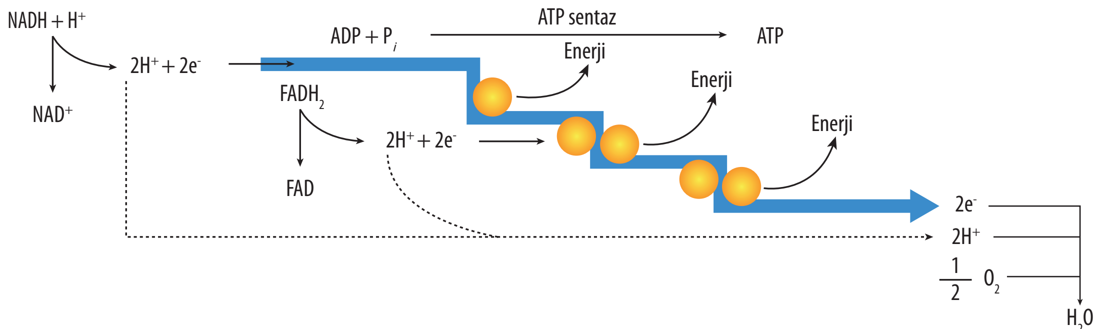


Görsel 2.24: Krebs döngüsü

c) Elektron Taşıma Sistemi (ETS)

ETS, elektron taşıyıcı belirli proteinlerden veya moleküllerden oluşmuş bir sistemdir. Bu sistemde elektronlar taşınırken indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonları gerçekleşir. ETS, oksijenli solunumda en fazla enerji elde edilen aşamadır. Elektron taşıma sisteminin elektron taşıyıcı molekülleri ve ATP sentaz enzimi, ökaryot hücrelerde mitokondrinin kristasında; prokaryot hücrelerde ise hücre zarının içe doğru katlanmış kıvrımlı yapılarında bulunur.

ETS molekülleri, oksijenli solunumun önceki evrelerinde oluşan NADH + H^+ ve $FADH_2$ ile gelen yüksek enerjili elektronları tutar. Elektronlar, bir dizi indirgenme ve yükseltgenme tepkimesi ile oksijene kadar sistem boyunca taşınır. Oksijen, enerji seviyesi düşmüş elektronları ETS'nin son molekülünden alarak elektron akışının ve ATP sentezinin devam etmesine katkıda bulunur. Elektron kazanmış oksijen, elektron kaybetmiş bir çift proton ile birleşerek suyu oluşturur (Görsel 2.25).



Görsel 2.25: ETS ile ATP'nin elde edilmesi

BİLGİ DAĞARCIĞI

FAD, oksijenli solunumda görevli olan ve elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. FAD, enerji dönüşüm reaksiyonları sırasında 2 elektron ve 2 proton alarak indirgenir ve $FADH_2$ye dönüşür (Urry ve rak. 2022: Campbell Biyoloji, s.172).

Sonuç olarak oksijenli solunum reaksiyonları sırasında ve sonunda CO_2 ve H_2O oluşurken metabolik faaliyetler için gerekli olan ATP de üretilmiş olur. Oksijenli solunumda tüketilen bir glikoz molekülünden substrat düzeyinde fosforilasyonla 4 ATP, oksidatif fosforilasyon ile NAD^+ ve FAD tarafından taşınan hidrojen elektronlarının enerjisiyle 26 ya da 28 ATP sentezlenir. Böylece glikoz başına 30 ya da 32 ATP üretilir. ATP sayısındaki bu farklılık, sitoplazmada glikolizle oluşturulan NADH moleküllerinin değişik dokularda ETS'ye farklı mekanizmalarla katılmasından kaynaklanır. Örneğin iskelet kası ve beyin hücrelerinde 30; karaciğer, böbrek ve kalp hücrelerinde 32 ATP üretilir. Mitokondride 1 molekül glikozdan 6 molekül CO_2 açığa çıkar. Oluşan 12 molekül H_2O'dan 6 molekülü Krebs döngüsünde kullanılır, kalan 6 molekül H_2O ortama verilir.

Oksijenli solunumda glikoliz sonucu oluşan piruvat, CO_2 ve H_2O gibi inorganik maddelere kadar parçalandığı için oksijensiz solunum ve fermantasyona göre daha fazla ATP üretilir. Oksijenli solunum enzim kontrolünde gerçekleştiği için sıcaklık değişimlerinden etkilenir.

Oksijenli solunumun genel denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + ATP$$

Oksijenli solunumun genel denklemindeki H_2O sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir.



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

ARAŞTIRINIZ

Oksijenli solunumun canlılar için önemini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı görsel materyaller kullanarak bir sunu (animasyon, video) hazırlayınız. Sunuzu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Besinlerin Oksijenli Solunuma Katılma Yolları

Canlılar hücresel solunumda enerji kaynağı olarak sırasıyla karbohidrat, lipid ve protein kullanır.

Karbohidratlar, ilk önce hidrolizle monomerleri olan glikoza sindirilir. Glikoz, önce glikoliz safhasında piruvata kadar parçalanır. Piruvat mitokondriye geçerek asetil CoA'ya dönüşür, krebs ve ETS evrelerinden geçerek CO_2 ve H_2O'ya kadar parçalanır.

Lipitler, hidrolizle gliserol ve yağ asitlerine sindirilir. Gliserol, 3 C'lu bileşik olan PGAL'den tepkimelere katılarak pirüvata dönüşüp solunum tepkimelerine katılır. Yağ asitleri bir dizi reaksiyonla 2C'lu parçalara ayrılır. Bu parçalar 2 C'lu asetil coA şeklinde sitrik asit döngüsüne girer.

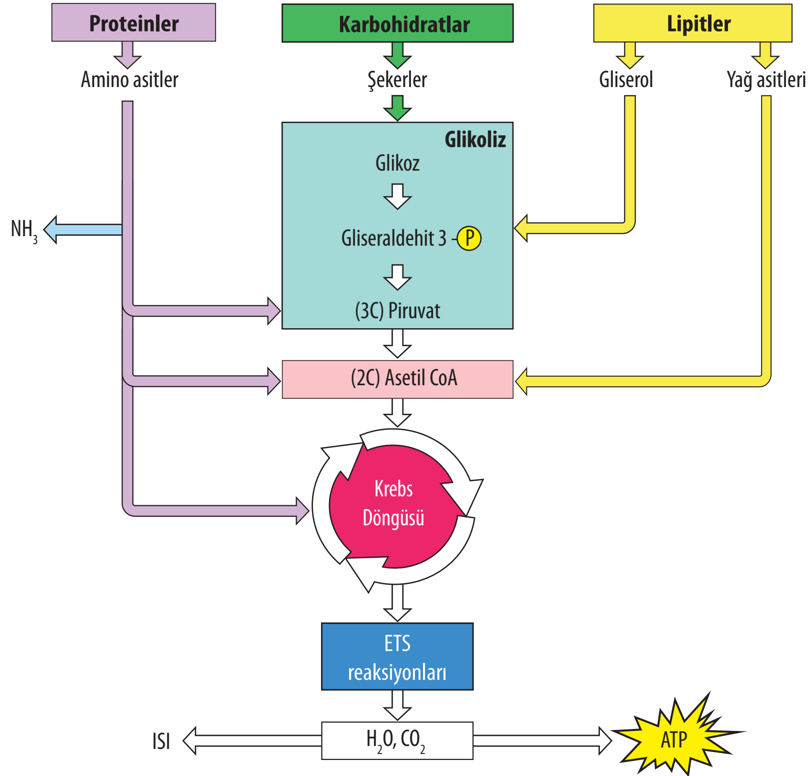
Protein, ilk önce hidrolizle monomerleri olan amino asitlere sindirilir. Hidroliz sonucu oluşan amino asitlerin amin grubu amonyak (NH_3) hâlinde ayrılır **(deaminasyon)**. Daha sonra karbon sayılarına göre 2 C'lu aminoasitler asetil CoA'dan, 3 C'lu amino asitler piruvattan, 4 ve daha fazla C'lu amino asitler ise Krebs döngüsünden solunum tepkimelerine katılır.

Bu besin maddelerinin hücresel solunumda yıkımları sonucu ortak olarak H_2O, CO_2, ATP ve ısı oluşurken amonyak (NH_3) sadece amino asitlerin yıkımı sırasında oluşur. Solunum sonucu olarak NH_3 oluşmuşsa buradan yıkılan molekülün protein olduğu sonucu çıkarılabilir.

BİLGİ DAĞARCIĞI

Hücresel solunum reaksiyonlarına katılan organik moleküllerden yalnızca enerji elde edilmez. Glikoliz ve Krebs döngüsünde aynı zamanda biyosentez olayları da gerçekleşir. Glikoliz ve Krebs döngüsünün ara ürünleri, hücrenin ihtiyacı olan moleküllerin sentezinde öncüller olarak kullanılır. Örneğin insanlar proteinlerdeki 20 amino asidin 12'sini sitrik asit döngüsünün ara ürünlerini değiştirerek oluşturabilir. Geri kalan esansiyel amino asitler dışarıdan diyetle alınmak zorundadır. Aynı şekilde piruvattan glikoz, asetil CoA'dan ise yağ asitleri sentezlenebilir. Bu olaylar sırasında ATP tüketilir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.183).

Besinlerin solunuma katılma yolları Görsel 2.26'da gösterilmiştir.



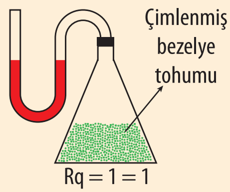
Görsel 2.26: Farklı organik moleküllerin oksijenli solunum tepkimelerine katılım basamakları

BİLGİ DAĞARCIĞI

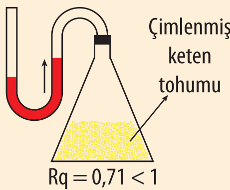
SOLUNUM KAT SAYISI

Solunumda dışarı verilen CO_2in harcanan O_2e oranı, kullanılan solunum substratı ve solunum tipi hakkında bilgi verir. Belirli bir zamanda meydana gelen CO_2in kullanılan O_2e oranına **solunum katsayısı (Rq)** denir.

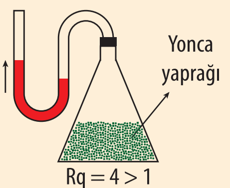
$$\text{Solunum katsayısı} = \frac{\text{Üretilen } CO_2}{\text{Kullanılan } O_2}$$



Solunum katsayısının 1'e eşit olduğu (Rq = 1) durumda yedek besin maddesi olarak, karbohidrat içeren bezelye tohumları kullanıldığında tohumların solunumu sonucunda manometre kollarında hiçbir değişiklik olmaz. Çünkü solunumda dışarıya verilen CO_2in oranı, harcanan O_2nin oranına eşittir.



Solunum katsayısının 1'den küçük olduğu (Rq< 1) durumda kullanılan O_2, dışarı verilen CO_2den fazladır. Bu durum yağlarda, proteinlerde ve alkollerde görülür. Yedek besin maddesi olarak fazla yağ içeren keten tohumları, bir erlene konup kap bir manometreye bağlanırsa bir süre sonra keten tohumlarının bulunduğu kapta bir hacim azalması, manometrenin kaba bağlı kolunda ise bir yükselme görülür.

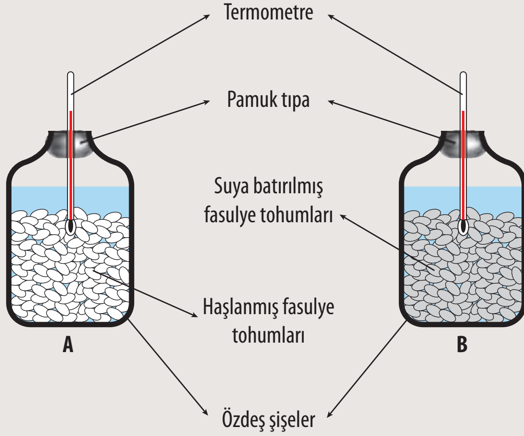


Solunum katsayısının 1'den büyük olduğu (Rq> 1) durumunda O_2 bakımından zengin olan asitler, oksidasyon esnasında daha az oksijene ihtiyaç duyar. Örneğin yedek besin maddesi olarak, asit içeren yonca yaprakları kullanıldığında kapta bir hacim fazlalığı olur ve manometrenin kaba bağlı kolunda alçalma görülür (Hasman, 1972: 193- 194).

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen metinden, şekilden ve tablodan yararlanarak soruları cevaplayınız.

Özdeş iki şişeden birine (A) haşlanmış fasulye tohumları ve su eklenmiştir, diğerine ise (B) 20 °C sıcaklıktaki su içinde fasulye tohumları konulmuştur. Bir süre bekledikten sonra her iki kapta bulunan termometrelerdeki değişimler ölçülüp tabloya kaydedilmiştir.



Zaman (Saat)	A Şişesinde Termometre Değerleri (°C)	B Şişesinde Termometre Değerleri (°C)
0	13	13
12	13	18
24	13	23
36	13	27
48	13	29
60	13	31
72	13	33

1. A şişesinde termometrede ölçülen sıcaklık değerleri neden sabit kalmıştır? Belirtiniz.

....

....

2. B şişesinde termometre ile ölçülen sıcaklık değerleri neden değişmiştir? Belirtiniz.

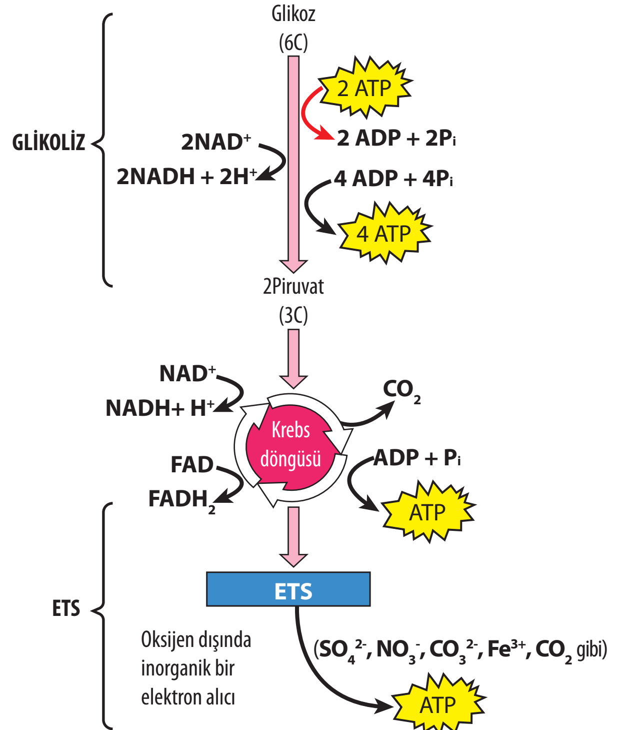
....

....

B. Oksijensiz (Anaerobik) Solunum

Besin moleküllerinin canlı hücrelerde oksijen kullanılmadan yıkılması sırasında ETS yardımıyla ATP üretilmesine **oksijensiz solunum** denir. Bazı bakteri ve arkelerde görülür. Oksijensiz solunumun işleyişi oksijenli solunuma benzer ancak oksijensiz solunumda elde edilen enerji miktarı daha azdır. Bunun yanında oksijensiz solunumda son elektron alıcısı, O_2 dışında genellikle bir inorganik moleküldür. Oksijensiz solunumda ETS'deki son elektron alıcısı olan inorganik maddelerin elektron çekim güçleri zayıftır. Bu nedenle oksijensiz solunumda üretilen ATP miktarı azdır (Görsel 2.27).

Anaerobik solunumda kullanılan elektron alıcılarından bazıları nitrat (NO_3^-), ferrik demir (Fe^{3+}), sülfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}) ve CO_2 gibi bileşiklerdir. Örneğin bataklıkta yaşayan bazı bakteriler besin moleküllerinden kopardıkları elektronları sülfat iyonuna aktarırlar. Elektronları alarak indirgenen sülfat, hidrojen sülfür (H_2S) oluşumunu sağlar.



Görsel 2.27: Oksijensiz solunum evreleri

ETS'de elektronların taşınması sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenir. Bataklıklardan çürük yumurta kokusunun gelmesinin nedeni oksijensiz solunum yapan bakterilerin oluşturduğu H_2S'dir. Ayrıca toprakta ve suda bulunan nitrat NO_3^-, oksijensiz solunum yapan bakteriler tarafından N_2ye (moleküler azota) dönüştürülür. Bu bakteriler oksijensiz ortamda ETS'lerinde son elektron alıcısı olarak nitratı kullanır. NO_3^- elektron alarak birkaç basamakta moleküler azota dönüşür. **Denitrifikasyon** adı verilen bu olay biyosferdeki azot dengesinin korunmasına katkı sağlar.

Oksijensiz solunumda glikoliz, krebs ve ETS basamakları gerçekleşir. Oksijensiz solunumda substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon ile ATP üretilir.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Parazit bir hayvan olan *Henneguya salminicola*'nın (Henneguya salminikola) aerobik solunum ve mitokondriyal genom replikasyonu ile ilgili genleri kaybettiği için anaerobik ortama adapte olduğu keşfedilmiştir. Bu keşifle anaerobik bir ortama adaptasyonun prokaryotlar ve tek hücreli ökaryotlara özgü olmadığı, aynı zamanda çok hücreli parazitik bir hayvanda da görüldüğü anlaşılmıştır.

Fermantasyon

Şekerlerin ya da diğer organik yakıtların oksijen kullanmaksızın kısmen yıkıldığı katabolik sürece **fermantasyon** denir. Fermantasyon ve anaerobik solunum hücrelerin oksijen kullanmaksızın ATP üretmesini sağlar. Bu ikisi arasındaki fark, anaerobik solunumda bir elektron taşıma zinciri kullanıldığı hâlde fermantasyonda kullanılmamasıdır. Fermantasyon, prokaryot ve ökaryot hücrelerin sitoplazmasında gerçekleşir. Organik monomerler tamamen parçalanmadığı için enerji verimi diğer oksijenli ve oksijensiz solunuma göre çok daha düşüktür. Sadece substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi gerçekleşir.

Fermantasyon olayları glikoliz tepkimeleri ile başlar. Ancak glikolizden sonraki basamaklarda kullanılan enzimler, canlı türüne göre farklılık gösterdiğinden piruvat farklı organik yapılı maddelere dönüşür. Canlılarda gerçekleşen en önemli fermantasyon çeşitleri etil alkol ve laktik asit fermantasyonudur.

Günlük hayatta tüketilen ekmek, yoğurt, sirke, boza, şalgam suyu ve kefir gibi besin maddelerinin üretiminde fermantasyondan yararlanılır. Fermantasyon ürünleri, probiyotik açıdan oldukça zengin olduğu için insan sağlığı için faydalıdır.

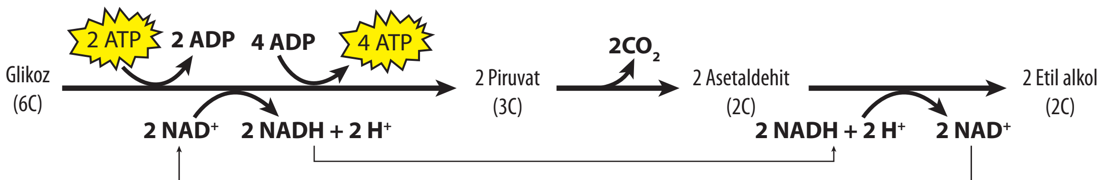
a) Etil Alkol Fermantasyonu

Etil alkol fermantasyonu bazı bakterilerde, ekmek mayası gibi maya hücrelerinde ve bazı bitki tohumlarında görülür. Glikoliz sonucu oluşan piruvatin enzim denetiminde iki karbonlu etil alkole dönüştürülmesi olayına **etil alkol fermantasyonu** denir.

BİLGİ DAĞARCIĞI

Ekmek mayası oksijen yokluğunda etil alkol fermantasyonu, oksijen varlığında oksijenli solunum yapan bir mantardır (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.181).

Etil alkol fermantasyonunda glikoliz olayından sonra ilk önce üç karbonlu piruvattan bir molekül CO_2 ayrılması ile iki karbonlu asetaldehit oluşur. Oluşan asetaldehit etil alkol fermantasyonuna özgü bir moleküldür. Daha sonra asetaldehit, glikolizde oluşan 2 NADH + $2H^+$dan kopan hidrojenleri alarak iki molekül etil alkole dönüşür. Bu sayede serbest kalan NAD^+ molekülleri, tekrar glikoliz reaksiyonlarına katılabilir. Böylece glikoliz reaksiyonlarının devamlılığı sağlanır. Aşağıda etil alkol fermantasyonunun genel denklemi gösterilmiştir (Görsel 2.28).



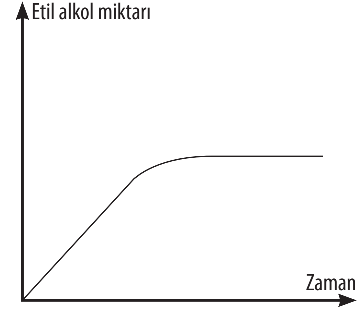
Görsel 2.28: Etil alkol fermantasyonu

Etil alkol fermantasyonu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Glikoz  2 Etil alkol + 2 CO_2 + 2 ATP

Hamurun mayalanması etil alkol fermantasyonuna örnektir. Hamurun kabarması, oluşan CO_2 sayesinde gerçekleşir ve ortamdaki gaz basıncı artar.

Etil alkol fermantasyonu yapan canlılar için son ürün evresinde açığa çıkan etil alkol, belirli bir değerin üzerinde zehir etkisi gösterir ve fermantasyon durur. Etil alkol fermantasyonu sonucu oluşan ürünlerin alkol değeri çok yüksek değildir (Grafik 2.6). Maya ve bakteriler için zehir etkisi yapan etil alkol, insanlar için de zararlıdır.



Grafik 2.6: Etil alkol miktarının değişim grafiği

4. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.




Etkinliğin Adı	Balonun Şişmesi
Etkinliğin Amacı	Maya mantarlarının fermantasyon ile karbondioksidi açığa çıkarmasını gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 20 dakika, Bekleme süresi: 20 dakika
Araç Gereç	Kuru maya, şeker, balon, çay kaşığı, erlen, su, ısıtıcı, termometre

Uygulama

(Öğretmen tarafından beşer kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- İki tane erlen alınız ve içlerine ikişer çay kaşığı toz şeker koyunuz.
- Üstüne 27 °C sıcaklığına kadar ısıtılmış su ilave ediniz. Bir erlenin içine maya koyunuz, diğer erlenin içine maya koymayınız.
- Erlenlerin ağzına birer tane balon geçiriniz ve bir süre bekleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Deney sonuçları arasındaki farklılıklar nelerdir? Nedenlerini açıklayınız.

....

....

2. Erlenlere 70 °C sıcaklığında su eklenseydi iki deneyin sonucunda ne gibi değişikler olurdu? Açıklayınız.

....

....

3. Deneyde mayanın üzerine şeker eklenmesinin nedenleri nelerdir?

....

....

4. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

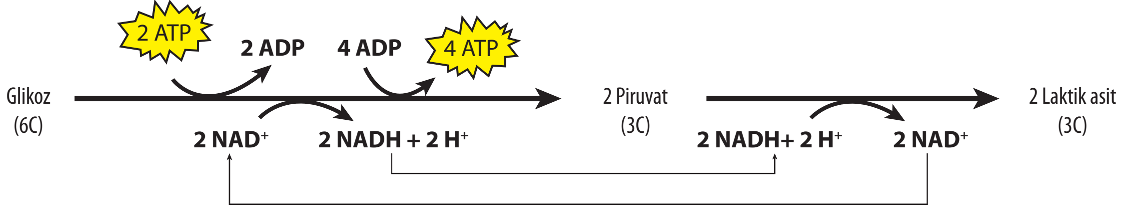


b) Laktik Asit Fermantasyonu

Bazı bakterilerde, bazı mantarlarda, omurgalıların çizgili kaslarında ve memelilerin olgun alyuvar hücrelerinde görülür. Bunun yanında kalp kasına yeterli oksijen gelmediği durumlarda kalp kası enerji ihtiyacını laktik asit fermantasyonu yaparak giderir. Glikoliz sonucu oluşan piruvatın enzimler kullanarak laktik aside dönüşmesi ile gerçekleşir.

Laktik asit fermantasyonunda glikoz, 2 molekül piruvata kadar parçalanır. Oluşan piruvatlar, ortamdaki 2NADH+ $2H^+$ moleküllerinin hidrojenlerini alarak laktik asit moleküllerine dönüşür. Bu sayede serbest kalan NAD^+ molekülleri tekrar glikoliz reaksiyonlarına katılabilir. Böylece glikoliz reaksiyonlarının devamlılığı sağlanır. ATP sentezi glikolizde gerçekleşir. Laktik asit fermantasyonunda etil alkol fermantasyonundan farklı olarak asetaldehit oluşumu ile karbondioksit çıkışı görülmez.

Aşağıda laktik asit fermantasyonu denklemi gösterilmiştir (Görsel 2.29).



Görsel 2.29: Laktik asit fermantasyonu

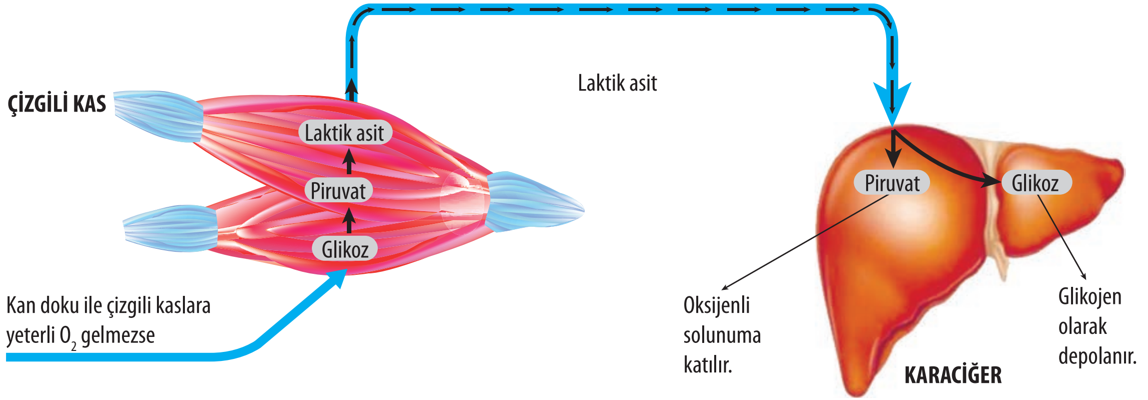
Laktik asit fermantasyonu sonucunda 1 molekül glikozdan 2 molekül laktik asit oluşur. Glikoliz safhasında substrat düzeyinde fosforilasyonla toplam 4 ATP (net 2 ATP) sentezlenir.

Laktik asit fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.



İnsanlarda çizgili kas hücreleri, yeterli oksijenin olmadığı durumlarda laktik asit fermantasyonu ile ATP üretir. Yoğun kas egzersizleri veya kas gücü gerektiren işlerin başlangıcında ATP üretmek için gerekli olan oksijen yeterli miktarda sağlanamayabilir. Bu durumda kas hücreleri laktik asit fermantasyonu da yaparak gerekli olan enerji ihtiyacını karşılar. Yoğun egzersiz hareketleri yapılması veya maç öncesi yapılan ısınma hareketleri, az miktarda laktik asidin oluşmasını sağlayarak kaslara uyarıcı etki yapar. Böylece kasların daha iyi çalışması sağlanmış olur.

Kasta biriken laktik asit bir saat içinde oksidasyon için diğer dokulara ya da glikoz ve onun depo şekli olan glikojene dönüşmek üzere karaciğere gönderilir (Görsel 2.30).



Görsel 2.30: Laktik asidin karaciğer organı üzerindeki etkisi

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Laktik asidin kasta birikiminin kas yorgunluğuna ve devamında bir veya birkaç gün sonra ağrıya neden olduğu önceleri düşünülmekteydi. Ancak son yapılan araştırmalar, laktik asit üretiminin kas performansını artırdığını göstermiştir. Ortaya çıkan kas ağrılarının büyük olasılıkla küçük kas liflerindeki travmadan kaynaklandığı düşünülmektedir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.181).

Laktik asit fermantasyonu endüstride yoğurt, peynir, turşu, boza, salamura zeytin üretiminde kullanılır. Fermantasyon, uzun yıllardan beri uygulanmakta olan gıda üretim ve koruma yöntemlerinden biridir. Sütten elde edilen yoğurt ve kefir, tahıllardan elde edilen tarhana ve boza, et ürünlerinden elde edilen sucuk ve pastırma, çeşitli meyve ve sebzelerden elde edilen sirke ve turşular, fermente ürünlere örnek olarak verilebilir. Fermantasyon besinleri koruma, zararlı mikroorganizmaları öldürme ve bağışıklığı güçlendirme gibi birçok biyolojik işleve sahiptir. Bu biyolojik işlevlerinden dolayı son yıllarda dünyada ve Türkiye'de fermente yiyeceklere olan ilgi hızla artmaktadır.

5. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.



Etkinliğin Adı	Yoğurt Üretimi
Etkinliğin Amacı	Laktik asit fermantasyonunu açıklayabilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 10 dakika, Bekleme süresi: 5 - 6 saat
Araç Gereç	Süt, yoğurt mayası, kap, örtü veya yoğurt makinesi

Uygulama

(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Sütü 45 °C sıcaklığına kadar ısıtınız.
- Bir yemek kaşığı yoğurdu maya olarak süte ilave ediniz.
- Kabın ağzını kapatıp kabı örtü ile sarınız veya kabın yoğurt makinesinde belli sıcaklıkta kalmasını sağlayınız.
- 5-6 saat bekleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Yoğurt yapımında sütün belli sıcaklığa kadar ısıtılmasının nedeni nedir?

....

....

2. Süte neden yoğurt ilave ettiniz?

....

....

3. Yoğurt yapımı biyoteknolojik bir uygulama mıdır? Gerekçeleriyle açıklayınız.

....

....

4. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

ARAŞTIRINIZ

Fermantasyon yöntemiyle üretilen turşu, boza, peynir ve sirkenin yapım aşamalarını araştırıp bir sunum hazırlayınız.

Etil alkol fermantasyonu ve laktik asit fermantasyonunun ortak yönleri Tablo 2.5'de gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Etil Alkol Fermantasyonu ve Laktik Asit Fermantasyonunun Ortak Yönleri

Etil Alkol ve Laktik Asit Fermantasyonlarının Ortak Özellikleri	
• Enzimatik reaksiyonlardır.	• NAD^+ koenzimi önce indirgenir sonra yükseltgenir.
• Hücrenin pH değeri düşer.	• Ökaryot ve prokaryotların sitoplazmasında görülür.
• Oluşan son ürünler organik yapılıdır.	• Substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretimi olur.
• Glikolizden sonra enerji üretimi ve tüketimi olmaz.	• Isı çıkışı olur.

2.4.2. OKSİJENLİ SOLUNUMDA REAKSİYONA GİRENLER VE REAKSİYON SONUNDA AÇIĞA ÇIKAN SON ÜRÜNLER

Oksijenli solunumda reaksiyona girenleri ve reaksiyon sonunda açığa çıkan ürünleri belirleyebilmek için yapılan deney 6. etkinlikte verilmiştir.

6. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.




Etkinliğin Adı	Canlılarda Oksijenli Solunumda Reaksiyona Girenler ve Reaksiyon Sonunda Açığa Çıkan Son Ürünler
Etkinliğin Amacı	Canlılarda gerçekleşen oksijenli solunumda oksijen kullanımını ve sonucunda karbondioksit çıkışını gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 20 dakika, Bekleme süresi: 24 saat
Araç Gereç	Canlı yeşil bitki, ölmüş böcek, 2 adet açık cam fanus, 2 adet tıpa, bir miktar kireç suyu, 2 adet plastik boru, 2 adet pompa, 2 adet beher

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)Bir cam fanusun içine canlı bitkiyi toprağı ile beraber yerleştiriniz. Diğer cam fanusa ölmüş böcek koyunuz.

Kireç suyu

Canlı bitki

Ölü böcek

- Beherlerin içine bir miktar kireç suyu koyunuz.
- Plastik borunun açık ucunun birini kireç suyuna, diğerini yeşil bitki bulunan cam fanusa yerleştiriniz. Aynı işlemi içinde ölü böcek bulunan cam fanus ve kireç suyu için de yapınız.
- Cam fanuslara biraz hava pompalayınız. Fanusların ağzını gaz kaçırmayacak şekilde yalıtınız.
- Düzenekleri karanlık bir ortamda bir süre bekletiniz.
- Fanusların dışında bulunan beherlerde meydana gelen değişiklikleri gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Beherlerde nasıl bir değişim meydana gelmiştir? Nedenini açıklayınız.

....

....

2. Kireç suyunun bu deneyde kullanılmasının sebebi nedir?

....

....

3. Deneyi neden karanlık bir ortamda yaptınız?

....

....

4. Bu deneyden çıkardığınız sonuç nedir? Açıklayınız.

....

....

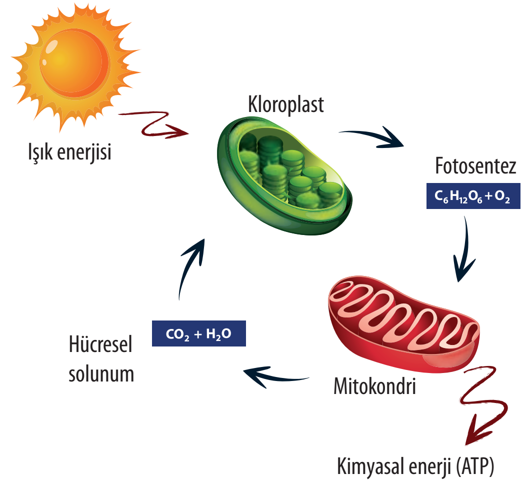


5. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

2.4.3. FOTOSENTEZ VE SOLUNUM İLİŞKİSİ

Tüm canlılar enerji üretmek için beslenmek zorundadır. Besinlerde depolanan enerjinin kaynağı güneştir. Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fotosentetik canlılar, güneş enerjisini fotosentezle kimyasal enerjiye çevirerek besinlerin yapısında depolar. Heterotrof canlılar ise üreticilerle veya diğer tüketicilerle beslenerek güneş enerjisinden dolaylı olarak yararlanır. Bu yüzden yeryüzünde yaşayan canlılar için fotosentez oldukça önemlidir.

Fotosentez ile oluşturulan besinler solunumda kullanıldığından fotosentez ve solunum tepkimeleri arasında birbirlerini tamamlayıcı bir ilişki bulunmaktadır. Fotosentez ürünleri olmadan solunum, solunum ürünleri olmadan da fotosentez gerçekleşmez. Aslında enerji, ekolojik sistemler arasında yer değiştirir. Oksijenli solunumun son ürünleri olan karbondioksit ve su, fotosentez tepkimelerinde temel maddeleri oluştururken fotosentezin son ürünleri olan besin ve oksijen de oksijenli solunumda tüketilen temel maddeleri oluşturur (Görsel 2.31).



Görsel 2.31: Fotosentez ve solunum ilişkisi

Bitkiler solunumu gece gündüz fotosentezi sadece ışık varlığında yapar. Gündüzleri bitkilerin fotosentez hızı solunum hızından fazla olduğu için solunum sonucu ürettikleri karbondioksit ve suyu atmosfere vermeden fotosentezde kullanır. Bunun sonucunda atmosfere karbondioksit salınımı geceye göre gündüz azdır.

Canlıların hücresel solunumu, orman yangınları, fosil yakıtların kullanımı atmosferde karbondioksit oluşumunu etkileyen faktörlerdir. Atmosferde biriken karbondioksit gazı, üreticiler tarafından tutularak besin sentezinde kullanılır. Bu da doğadaki madde döngülerinin devamlılığını sağlar. Madde döngülerinde meydana gelebilecek herhangi bir aksama veya maddenin bir bölgeye dağılımının gereğinden fazla veya düşük olması ekosistem dengesini etkiler. Örneğin fosil yakıtların fazla yakılması sonucu atmosferde biriken karbondioksit gazı, sera etkisi yaratmakta ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Küresel ısınma, iklim ve canlı türlerini olumsuz etkilemektedir. Bazı canlı türleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bilinçli tüketiciler, atmosferdeki karbondioksit miktarını dengede tutmak için fosil yakıt kullanımını azaltmalı; ormanları korumalı ve ormanlık bölgeleri artırmalıdır.

Fotosentez ve oksijenli solunumun farklı yönleri Tablo 2.6'da gösterilmiştir.

Tablo 2.6: Fotosentez ile Oksijenli Solunumun Farklı yönleri

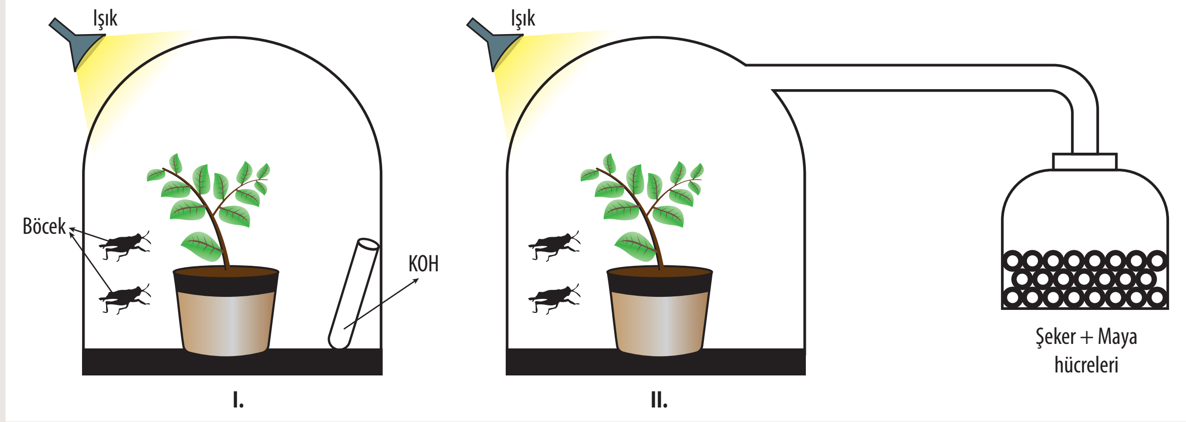
Fotosentez	Oksijenli Solunum
Güneş enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür.	Kimyasal bağ enerjisi ile ATP sentezlenir.
Yeterli ışık enerjisi varlığında gerçekleşir.	Oksijen varlığında gerçekleşir.
Ökaryot canlılarda kloroplastta, prokaryot canlılarda sitoplazmada gerçekleşir.	Ökaryot canlılarda sitoplazma ve mitokondride, prokaryot canlılarda sitoplazmada gerçekleşir.
Fotofosforilasyon görülür.	Substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon görülür.
Reaksiyona giren maddeler CO_2 ve H_2O veya H_2S'dir.	Reaksiyona giren maddeler organik besinler ve O_2dir.
İnorganik maddeler kullanılır.	Organik maddeler parçalanır.
Fotosentez sonunda ağırlık artışı olur.	Solunum sonunda ağırlık azalması olur.

Fotosentez ve oksijenli solunumun ortak yönleri ise enzim kullanılması, ATP üretimi ve tüketimi, ETS elemanlarının görev alması ve enerji dönüşümleridir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki deney düzeneğinden yararlanarak soruları yanıtlayınız.

Şekildeki I. düzenekte saksı bitkisinin yapraklarını besin olarak tüketen bir böcek türü ve KOH içeren bir deney tüpü, II. düzenekte ise aynı büyüklükte, aynı sayıda ve özellikte böcek türü ile içinde maya süspansiyonu bulunan bir cam kavanoz bulunuyor. (KOH, CO_2 i tutar.)



a) I. düzenekte böceklerin ölmesinin sebebi nedir?

....

....

b) II. düzenekte bitkinin gelişim hızı ile ilgili neler söylersiniz? Fikirlerinizi yazınız.

....

....

7. Etkinlik Laboratuvar

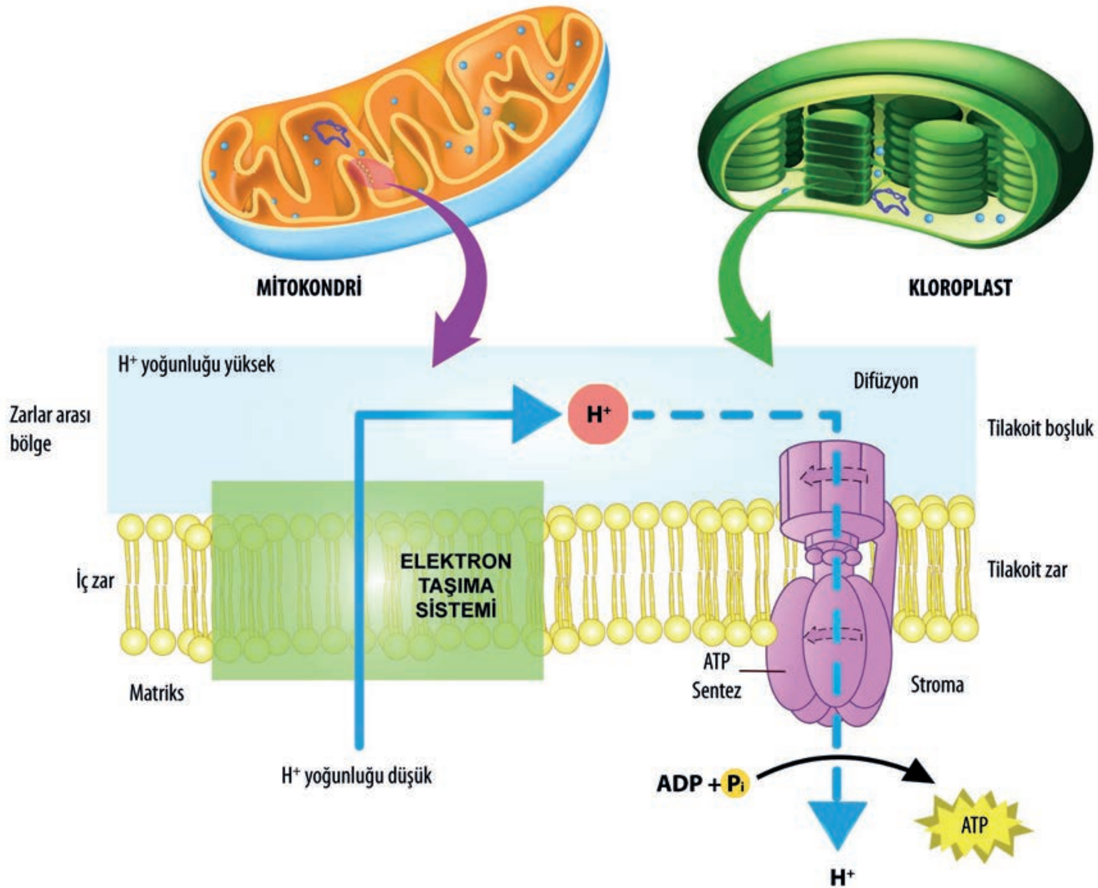


Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Fotosentez Solunum İlişkisi
Etkinliğin Amacı	Fotosentez ve solunum olaylarının bir arada gözlemlenebileceği deney tasarlayabilme ve yapabilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin tasarlanması: 30 dakika, Deneyin hazırlanması: 20 dakika, Bekleme süresi: 1-2 gün
Uygulama	(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)  • Oluşturulan grup arkadaşlarınızla fotosentez ve solunum olaylarını bir arada gözlemleyebileceğiniz bir deney tasarlayınız. • Yandaki karekodu okutarak Deney Tasarlama Formu'nu doldurunuz ve deneyi yapınız.
Sonuçlandırma	**1.** Grup sözcüsü seçerek yaptığınız deneyi 5-10 dakikalık bir sunuyla diğer gruplara sununuz. .... **2.** Yaptığınız deney ve sonuçlarını diğer grupların tasarladığı deneylerle karşılaştırıp deneyler arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirleyiniz. ....  **3.** Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

Kemiosmotik Görüş

Ökaryotların mitokondri ve kloroplastlarında, prokaryotların hücre zarında ETS yardımıyla ATP sentezi kemiosmotik görüş ile açıklanır. Bu görüşe göre mitokondri ve kloroplastlarda zarın iki tarafındaki proton konsantrasyon farkına bağlı olarak ortaya çıkan proton itici gücüyle ATP sentezlenir. Fotosentezde $NADP^+$ ve hücresel solunumda NAD^+ ve FAD molekülleri ile taşınan hidrojenlerin elektronları, ETS'deki taşıyıcı moleküllere aktarılır. ETS'de taşınan elektronlar yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine iniş eğilimindedirler. ETS'de elektronların taşınımı ile açığa çıkan serbest enerjinin bir kısmı ısı olarak dışarı verilir. Bir kısmı ise iç zarın çevrelediği sıvı ortamdaki hidrojenlerin protonlarını, ETS molekülleri aracılığı ile iç ve dış zar arasındaki boşluğa pompalamada kullanır. Zarlar arası boşluktaki proton konsantrasyonu, iç zarın çevrelediği sıvı ortama göre daha yüksek olur. İç zarın iki tarafındaki proton konsantrasyonu farkı bir potansiyel enerji oluşturur. Protonlar, zarlar arası boşluktan sıvı ortama dönme eğilimde olsa da iç zar protonlar için geçirgen değildir. İç zarda yer alan ATP sentaz enzimi, protonların sıvı ortama geri dönmelerini sağlayan bir kanal oluşturur. Protonların sıvı ortama geçişi, ATP sentazı aktif hâle getirerek ATP sentezini gerçekleştirir (Görsel 2.32). Zarlar arasındaki boşluk ile sıvı ortam arasında elektriksel yük farkı oluşur. Elektron akışı, elektron çekim gücü yüksek olan oksijen molekülüne doğrudur. Oksijen, ETS'nin son elektron alıcısıdır. Oksijenli solunumda oksijen, ETS'nin son molekülüne gelen elektronları alarak elektron akışının ve ATP molekülünün sentezinin sürdürülmesini sağlar. Elektron kazanan oksijen, elektronunu kaybetmiş bir çift proton ($2H^+$) ile birleşerek suyu oluşturur. Oksijensiz solunumda ise sülfat, nitrat, karbonat veya demir son elektron alıcısı olarak kullanılır.



Görsel 2.32: Mitokondri ve kloroplastta elektron taşıma sistemi

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Oksijen yokluğu kemiosmos sürecini nasıl etkiler?

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıda verilen ifadeleri okuyarak doğru ise (...) içine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

(…) Ökaryot hücrelerde oksijenli solunum mitokondride başlar, sitoplazmada biter.

(…) Krebs döngüsü ve glikoliz reaksiyonlarında substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP ve CO_2 üretimi ortaktır.

(…) Oksijenli solunum, pirüvatın mitokondri içine girmesiyle başlar.

(…) Mitokondride oluşan CO_2 ve NAD molekülleri sitoplazmaya geçer.

(…) Glikoliz reaksiyonları tüm canlılarda ortak olarak gerçekleşir.

2. Bitkide fotosentez hızı solunum hızına eşit olursa ne gibi sonuçlar ortaya çıkar?

....

....

3. Oksijensiz solunumda monomerler inorganik maddelere kadar parçalanır. Buna rağmen oksijensiz solunumda oksijenli solunuma göre daha az enerji üretilmesinin sebebini açıklayınız.

....

....

4. Fermantasyon çeşitlerinde substrat olarak glikoz kullanılmasına rağmen oluşan ürünlerin birbirinden farklı olmasının nedeni nedir?

....

....

5. Fermantasyon reaksiyonlarında piruvattan sonra enerji üretimi olmamasına rağmen bu tepkimelerin gerçekleşmesinin nedeni nedir?

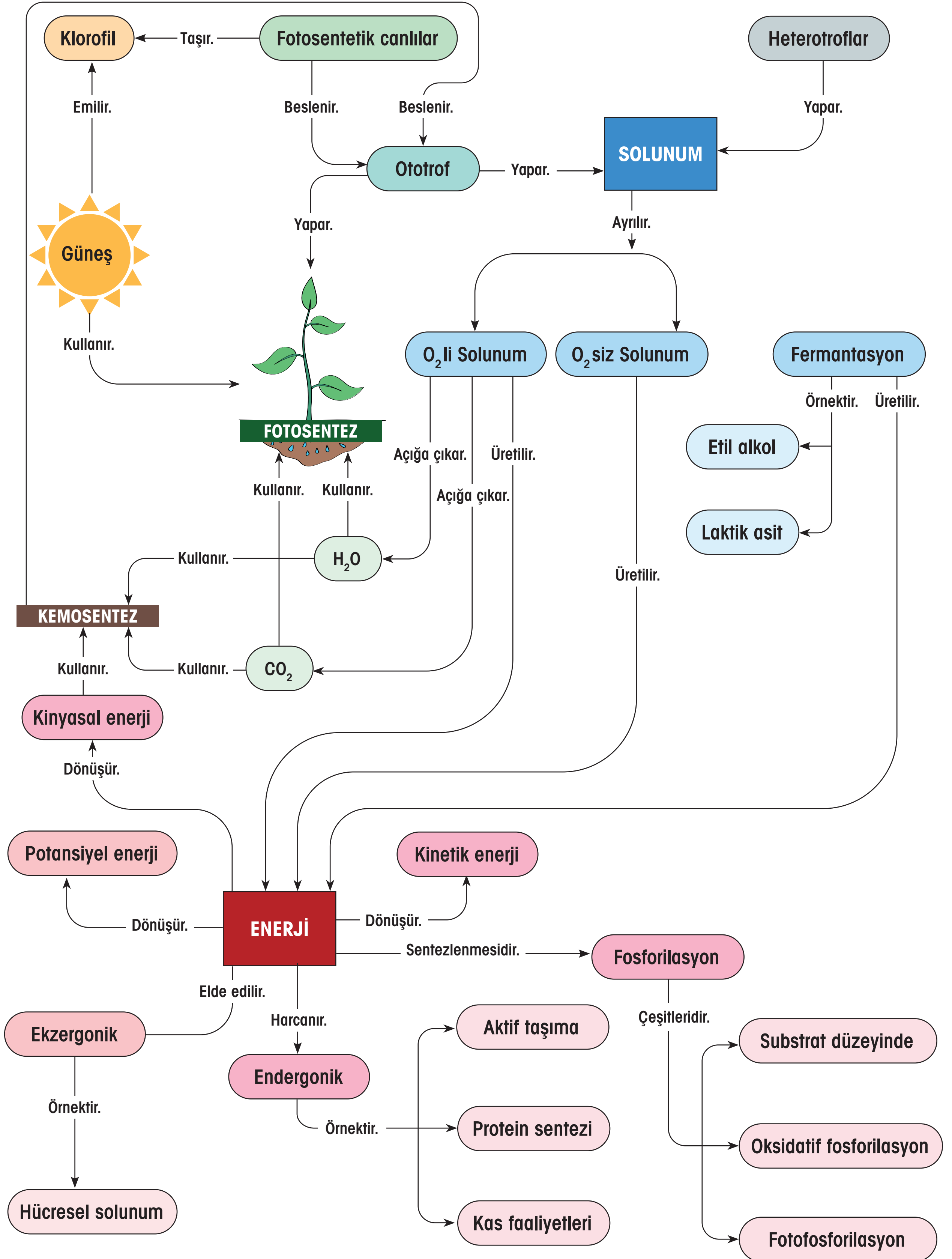
....

....

6. Prokaryot canlılarda oksijenli solunum ve oksijensiz solunumun karşılaştırıldığı aşağıdaki tabloda boş bırakılan yerleri verilen örnekteki gibi doldurunuz.

Karşılaştırılan Özellikler	Oksijensiz Solunum	Oksijenli Solunum
a) Tepkimelerin hücrede gerçekleştiği yer	*Sitoplazma,* *Hücre zarı kıvrımları*	*Sitoplazma,* *Hücre zarı kıvrımları*
b) Son elektron tutucu molekül çeşidi		
c) ETS'nin görev durumu		
ç) CO_2 çıkışı		
d) Gerçekleşen fosforilasyon çeşitleri		
e) pH değişikliği		

Canlılardaki enerji dönüşümü Kavram Haritası 2.1'de verilmiştir.



Kavram haritası 2.1: Canlılardaki enerji dönüşümleri

2. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME


Daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere tabloda verilen terimlerden uygun olanı yazınız.

Elektron	Amino asit	Piruvat
Asetaldehit	O_2	H_2S
PGAL	Hormon	Ekzergonik
Hidrojen	Glikoliz	NH_3
Azot	Asetil CoA	Stroma
H_2O	Kemosentez	Fosforilasyon

1. Organik bir molekülün yapısına bir fosfat eklenmesi ile ATP sentezlenmesi olayına .... denir.

2. Fotosentezde kullanılan H_2O klorofil için .... atmosfer için oksijen ve besin için .... kaynağıdır.

3. Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları, ökaryot canlılarda kloroplastın .... gerçekleşir.

4. Fotosentez yapan bakteriler H kaynağı olarak .... ve .... kullanır.

5. Bitkiler topraktan aldıkları azot tuzlarını fotosentez olayında ürettikleri PGAL'nin yapısına katarak .... , ... ve azotlu organik baz gibi organik maddeleri sentezler.

6. İnorganik maddelerin oksidasyonundan elde edilen enerji ile besin üretimine .... denir.

7. Etil alkol fermantasyonunda .... son elektron alıcısı olarak görev yapar.

8. Glikoliz sonucu oluşan .... oksijenli solunumda sitoplazmadan mitokondriye geçer.

9. Oksijenli solunum reaksiyonlarında .... son elektron alıcısıdır.

10. Tüm solunum çeşitlerinde .... basamağı ortak olarak gerçekleşir.

Aşağıdaki ifadelerde fotosentez, kemosentez ve solunuma ait bazı özellikler verilmiştir. İfadelerden fotosenteze ait olanların başına "F", solunuma ait olanların başına "S" ve kemosenteze ait olanların başına da "K" koyarak belirtiniz.

11. (...)	Klorofil pigmenti kullanılır.	**12.** (...)	Substrat düzeyinde ve oksidatif fosforilasyon olur.
13. (...)	İnorganik maddelerin oksidasyonu görülür.	**14.** (...)	Azot döngüsünde büyük rol oynar.
15. (...)	Enerji kaynağı Fe^{2+}, NO_2^-, H_2S ve S_2 gibi inorganiklerdir.	**16.** (...)	NAD koenzimi kullanılır.
17. (...)	Işık gereklidir.	**18.** (...)	Enerji kaynağı güneştir.
19. (...)	Ortamın pH değerini düşürür.	**20.** (...)	Glikoliz tepkimesi görülür.
21. (...)	ETS'de son elektron alıcı organiktir (NADP).	**22.** (...)	Fotofosforilasyon ile ATP üretilir.
23. (...)	CO_2 ve H_2O oluşur.	**24.** (...)	ETS'de son elektron alıcı inorganiktir (O_2).
25. (...)	Oksijen çıkışı yoktur.	**26.** (...)	Sadece prokaryotlarda görülür.

Aşağıda verilen yapılandırılmış gridde (harflendirilmiş kutucuklar) ATP, fotosentez, kemosentez ve hücresel solunum ile ilgili kavramlar verilmiştir. Kutucuk harflerini kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a) Kemosentez	**b) Asetaldehit**	**c) Fotoliz**
ç) Kas faaliyetleri	**d) Fosforilasyon**	**e) Glikoliz**
f) H_2O	**g) Ototrof**	**ğ) Kemiosmotik hipotez**
h) Mitokondri	**ı) ATP**	**i) Aktif taşıma**
j) Minimum kuralı	**k) Fotosentez**	**l) Pigment**
m) Karotenoitler	**n) Hücresel solunum**	**o) Kloroplast**

27. Kendi besinini üreten canlılar hangisidir? ....

28. Atmosferin oksijen miktarını artıran olay hangisidir? ....

29. Işık yardımı ile suyun parçalandığı olay hangisidir? ....

30. Canlıların hücredeki metabolik olaylarda kullandıkları enerji hangisidir? ....

31. İnorganik maddelerin oksidasyonu ile elde ettiği enerjiden besin üretildiği olay hangisidir? ....

32. Endergonik tepkimelere örnek olaylar hangileridir? ....

33. Besinlerin hücre içinde enzimler yardımı ile parçalanmasıyla enerji üretilmesi olayı hangisidir? ....

34. Zarlar arası boşlukta biriken protonların kloroplastta stromaya , mitokondride matrikse ya da prokaryotlarda sitoplazmaya geçerken ATP sentaz enzimi ile ATP sentezlenmesi olayı hangisidir? ....

35. Glikozun pirüvata kadar parçalandığı reaksiyon hangisidir? ....

36. Ökaryot canlılarda fotosentez olayında klorofilin kaybettiği elektronları karşılayan molekül hangisidir? .. ..

37. Fotosentez sırasında yeşil ışığı emen ve bitkilere renk veren pigmentler hangisidir? ....

38. Ökaryot canlılarda oksijenli solunumun gerçekleştiği organel hangisidir? ....

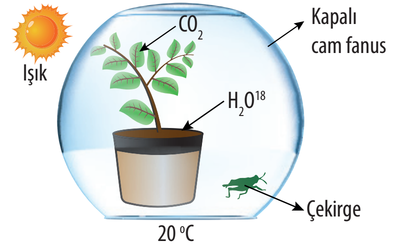
39. Fotosentez reaksiyonlarının hızı klorofil miktarı, sıcaklık, ışığın şiddeti, ışığın dalga boyu ve CO_2 miktarı gibi faktörlere bağlı olarak gerçekleşir. Bu faktörlerden miktarı en az olanın fotosentez hızını belirlediği olay hangisidir? ....

40. Etil alkol fermantasyonunda oluşan ara bileşik hangisidir? ....

41. ATP üretilmesi olayı hangisidir? ....

Aşağıdaki 42-45. soruları deney ve açıklamalardan faydalanarak cevaplayınız.

42. Araştırmacılar fotosentez sonucunda karbohidratların yapısına katılan O_2 nin sudan mı yoksa karbondioksitten mi geldiğini merak etmişler ve bu soruyu cevaplandırmak için suyun oksijenini radyoaktif olarak işaretleyerek yandaki deney düzeneğini hazırlamışlardır.
Buna göre



a) "Fotosentez sonucunda radyoaktif işaretlenmiş oksijene fanusun içindeki havada rastlanır." görüşüne katılır mısınız? Düşüncelerinizi açıklayınız.

....

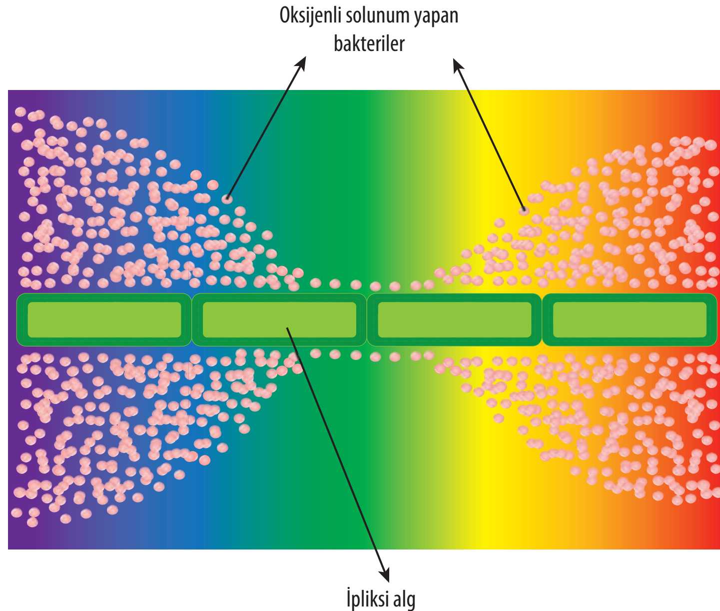
....

b) Bitkinin yapraklarını yiyerek ve oksijenli solunum yaparak belli bir süre bu ortamda yaşamını sürdüren çekirgenin çizgili kas hücrelerinde sentezlenen moleküllerin hangilerinin yapısında radyoaktif oksijene rastlanır? Kısaca açıklayınız.

....

....

43. Fotosentez hızı ile görünür ışık spektrumu arasındaki ilişki, 1883 yılında Theodore Engelmann tarafından yapılan bir deneyle gösterilmiştir. Bu deneyde ipliksi bir alg ve aerobik bakteriler kullanılmıştır. Prizmadan geçirilerek renklerine ayrılan beyaz ışık, ipliksi alg üzerine düşürülmüştür. Deney sonucunda aerobik bakterilerin her bölgede aynı sayıda olmadığı sonucuna varılmıştır.



a) Aerobik bakteri sayısının her bölgede aynı olmamasının nedeni nedir?

....

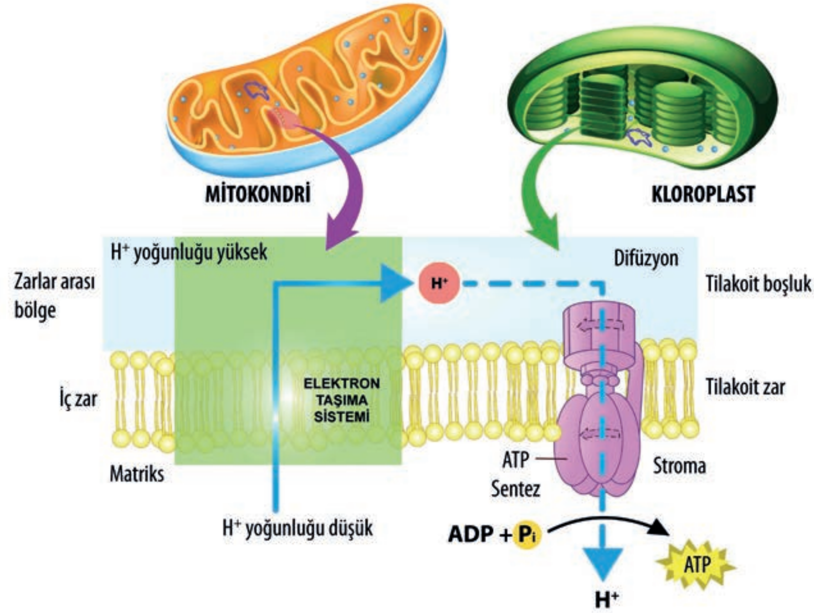
....

b) Engelmann bu deneyle neyi amaçlamıştır?

....

....

44. Mitokondri ve kloroplastlarda ETS yardımıyla ATP sentezi, kemiosmotik görüş ile açıklanır. Bu görüşe göre mitokondri ve kloroplastlarda elektron taşıma sistemi, protonları (H^+) mitokondri matriksi ve kloroplast stromasından elektron enerjisi yardımıyla zarlar arası bölge ve tilakoit boşluklarına pompalar. Mitokondrideki zarlar arası bölge ve kloroplastın tilakoit boşluklarında biriken protonlar, ATP sentaz kanallarından matriks ve stromaya geri döner. Bu sırada ATP sentezlenir.



a) Mitokondri ve kloroplast organelinde zarlar arası bölgede biriken hidrojenin kaynağı nedir?

....

b) Protonların itici gücüyle ATP sentezlenmesini sağlayan enzimin adı nedir?

....

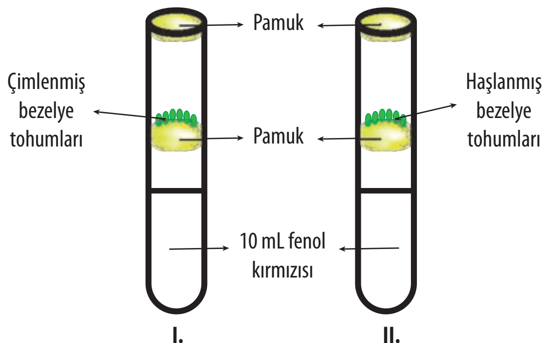
c) Mitokondride ATP üretimi hangi yapıda gerçekleşir?

....

ç) Kloroplastlarda ATP üretimi hangi yapıda gerçekleşir?

....

45. Aşağıdaki deney düzeneklerini hazırlayan bir öğrenci bir süre sonra 1. deney tüpünde fenol kırmızısının sarı renge dönüştüğünü, 2. tüpte ise herhangi bir renk değişiminin olmadığını gözlemler. (Fenol kırmızısı asitli ortamda sarı renge dönüşür.)



a) I. tüpte renk değişimini sağlayan olayın nedeni nedir? Açıklayınız.

....

....

....

b) II. tüpte renk değişimi olmamasının nedeni nedir? Açıklayınız.

....

....

....

46. Aşağıdaki diyagramda ışıktan bağımsız reaksiyonlarda üretilen organik besinler gösterilmiştir. Buna göre şekildeki harflendirilmiş yapı ve olayların isimlerini aşağıda boş bırakılan yerlere yazınız.

a) ....

b) ....

c) ....

ç) ....

47. Aşağıda fotosentez reaksiyonları ile ilgili verilen şekil üzerinde harf ile gösterilen yapı ve olayların adlarını uygun boşluklara yazınız.

a) ....

b) ....

c) ....

ç) ....

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyup doğru seçeneği işaretleyiniz.

48. I. Son elektron alıcısı pirüvat olması

II. Glikoliz olayının gerçekleşmesi

III. CO_2 oluşumu

IV. Asetaldehit oluşumu

Yukarıda gerçekleşen olaylardan etil alkol ve laktik asit fermantasyonuna ait olanlar hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

	Etil alkol	Laktik asit
A)	II, III ve IV	I ve II
B)	I ve II	II, III ve IV
C)	I, III ve IV	I ve IV
D)	I, II, III ve IV	II ve III
E)	II, III ve IV	I ve III

49. Kemiosmotik hipoteze göre ATP üretimi ile ilgili olarak

I. ETS'de aktarılan elektronlar zarlar arası boşluğa bırakılır.

II. Protonlar derişimlerin yüksek olduğu bölgeden ATP sentaz enzimi aracılığı ile stromaya aktarılır.

III. Fotoliz sonucu oluşan protonlar tilakoit boşlukta proton (H^+) derişimini artırır.

verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

50. Bir bitki hücresi fotosentez reaksiyonları sırasında aşağıdaki moleküllerden hangisini sentezlerken topraktan aldığı azot tuzlarını kullanır?

A) Amino asitler B) Galaktoz C) Glikoz

D) Gliserol E) Yağ asiti

51. ATP molekülü ile ilgili

I. Nükleotit yapılıdır.

II. Her canlı hücre kendi ATP molekülünü sentezler.

III. ATP molekülünün fazlası depolanır.

ifadelerden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

52. Fotosentez ile ilgili olarak

I. Enerji harcanması

II. Enzim kullanılması

III. Elektron taşınması

IV. Karbondioksit harcanması

olaylarından hangileri fermantasyonda da gerçekleşmektedir?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

53. Canlılarda gerçekleşen enerji üretim yolları ile ilgili olarak

I. Glikoliz reaksiyonları tüm canlılarda sitoplazmada gerçekleşir.

II. ETS evresi tüm canlılarda aynı organelde gerçekleşir.

III. Fermantasyon olayında son ürünlerin farklı olmasının sebebi farklı enzimlerin kullanılmasıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

54. Ototrof canlılarda

I. ETS kullanma

II. CO_2 kullanma

III. Klorofil kullanma

IV. Oksijen çıkışı yoktur.

V. Gece-gündüz gerçekleşme

olaylarından fotosentez ve kemosenteze ait olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Fotosentez	Kemosentez
A)	I, II, III ve IV	I, II, IV ve V
B)	I, II, IV ve V	I, III ve IV
C)	II, III, IV ve V	I, III ve V
D)	I, II ve III	I, II, IV ve V
E)	I, IV ve V	I, II, III, IV ve V

55. Aşağıda verilen olaylardan hangisi tüm ototrof canlılarda ortak olarak gerçekleşir?

A) Reaksiyonların kloroplastta gerçekleşmesi

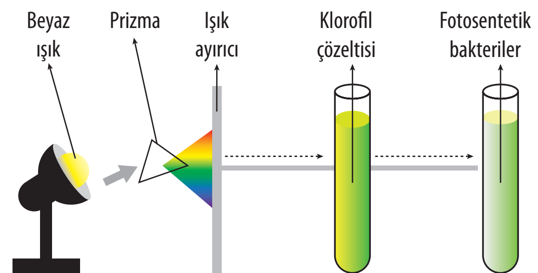
B) Suyun fotolizi

C) Oksijen üretilmesi

D) Karbondioksit tüketilmesi

E) İnorganik maddelerin oksidasyonu

56. Fotosentez ile ilgili hazırlanan düzenek aşağıda gösterilmiştir.

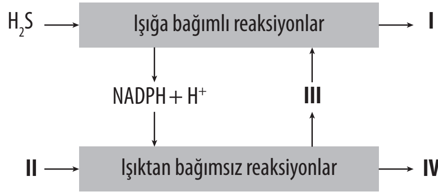


Buna göre ışık ayracından ayrılan hangi ışık fotosentetik bakteri sayısının sayısal olarak en fazla artışını sağlar?

A) Kırmızı B) Mavi C) Mor

D) Sarı E) Yeşil

57. Aşağıda fotosentez reaksiyonları arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Numaralandırılmış kısımlar ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III	IV
A)	S	CO_2	ADP	H_2O
B)	NADP	Işık	NADP	Besin
C)	S	CO_2	NADP	Besin
D)	ATP	NADP	ATP	ATP
E)	S	Işık	H_2O	CO_2

58. I. Piruvat
II. CO_2
III. ATP
IV. NAD^+

Yukarıda verilen yapılardan hangileri mitokondriden sitoplazmaya geçer?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) III ve IV E) II, III ve IV

59. Ökaryot hücrede gerçekleşen oksijenli solunum ile ilgili aşağıda verilen olaylar ve gerçekleştiği hücre kısımlarından hangisi yanlıştır?

A) ETS reaksiyonu——— krista

B) Glikoliz ——— sitoplazma

C) Krebs döngüsü ——— matriks

D) CO_2 oluşması ——— krista

E) ATP'nin harcanması ——— sitoplazma

60. Oksijenli solunumun Krebs döngüsü reaksiyonlarında aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) FAD'ın indirgenmesi

B) Oksijen kullanılması

C) NAD^+ ın indirgenmesi

D) ATP sentezi

E) Karbondioksit oluşumu

61. Fotosentez ile ilgili olarak

I. Atmosfere S_2 verilmesi
II. Reaksiyonların kloroplastta gerçekleşmesi
III. Elektron taşıyıcı olarak NADP 'nin kullanılması
IV. ETS elemanlarının hücre zarında bulunması

verilen özelliklerden hangileri hücrenin prokaryot olduğunun kanıtıdır?

A) I ve II B) II ve III C) I, III ve IV D) I ve IV E) I, II, III ve IV

62. Seralarda kullanılan yapay ışıklandırma ile ilgili olarak verilen özelliklerden hangisi yanlıştır?

A) Tarımsal ürün miktarını artırır.

B) Bunun için daha çok yeşil ışık kullanılır.

C) Işığın yetersiz olduğu durumlarda daha çok tercih edilir.

D) Bitkilerin büyüme ve gelişmesini olumlu etkiler.

E) Fotosentez hızının artmasına yönelik bir uygulamadır.

63. ATP molekülü ile ilgili olarak verilen aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Nükleotit yapılıdır.

B) Sentezi ekzergonik tepkimeye örnektir.

C) ADP'ye bir P bağlanması ile oluşur.

D) Yapısında riboz şekeri bulunur.

E) Yapısında adenin bazı bulunur.

64. Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında

I. ATP
II. NADP
III. O_2

moleküllerinden hangileri oluşabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

65. Aşağıda kemosentez yapan bir canlı ile ilgili verilen açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Prokaryot hücre yapısına sahip canlılarda gerçekleşir.

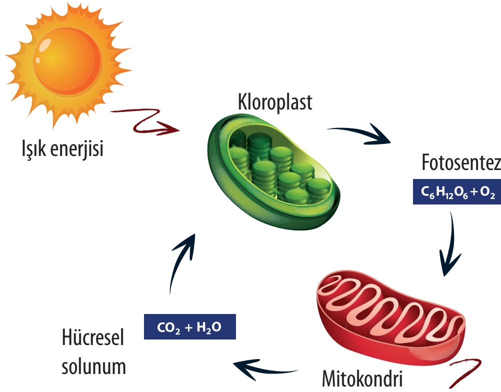
B) İnorganik maddelerden organik madde sentezler.

C) ETS elemanlarını kullanır.

D) Klorofil pigmentine ihtiyaç duymaz.

E) Atmosferi oksijen bakımından zenginleştirir.

66. Aşağıda fotosentez ile solunum arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Bu görsel ile ilgili olarak ifadelerden hangisi söylenemez?

A) Fotosentez yapan canlılar ışık kaynağı olarak güneşi kullanır.

B) Solunumda üretilen bazı maddeler fotosentezde kullanılır.

C) Solunumda üretilen enerji fotosentezde besin üretiminde kullanılır.

D) Hücresel solunum sonucu mitokondride kimyasal enerji üretilir.

E) Solunum, fotosentezin ürettiği glikoz ve oksijeni kullanır.

67. Canlılarda meydana gelen enerji üretim yolları aşağıda verilmiştir.

I. Oksijensiz solunum

II. Oksijenli solunum

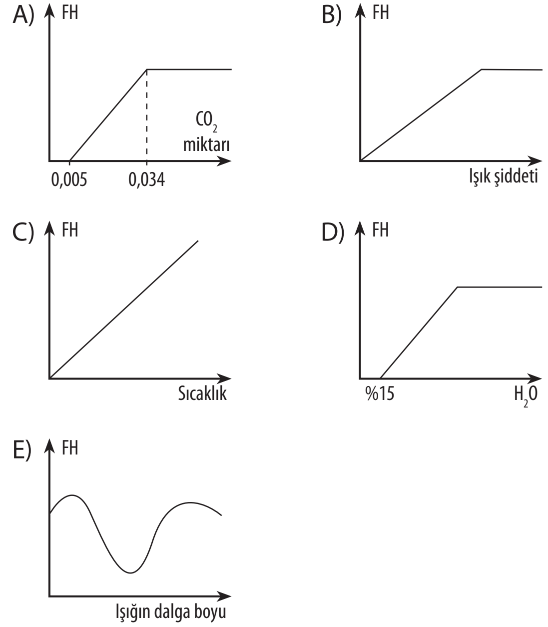
III. Etil alkol fermantasyonu

Bu yollardan hangileri hücredeki pH değerinin azalmasına neden olur?

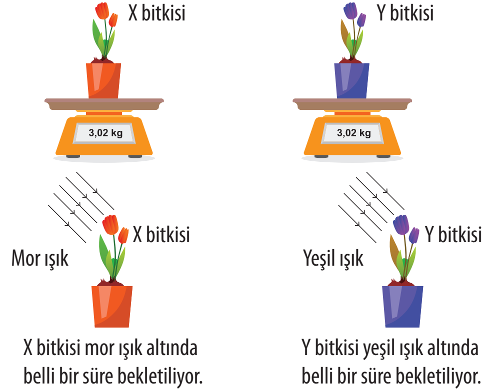
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

68. Aşağıdaki fotosentez hızına etki eden çevresel faktörlere ait grafiklerden hangisi yanlıştır?



69. Aşağıda aynı türe ait ve başlangıçta özdeş ağırlıkta olan iki bitki verilmiştir.



X bitkisi mor , Y bitkisi yeşil ışıkta belli bir süre bekletiliyor.

I. Deney sonunda X bitkisinin ağırlığı Y bitkisinden fazladır.

II. Deney sonunda Y bitkisi daha fazla oksijen üretir.

III. Y bitkisine yeşil ışık yerine kırmızı ışık verilirse deney sonunda Y bitkisi X bitkisinden daha ağır olur.

Buna göre verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

3. ÜNİTE

BİTKİ BİYOLOJİSİ

1. BÖLÜM: Bitkilerin Yapısı

2. BÖLÜM: Bitkilerde Madde Taşınması

3. BÖLÜM: Bitkilerde Eşeyli Üreme

Bu ünitede

- Bitkilerin ekosistemlerin temel yaşam kaynağı olduğunu,
- Bitkilerden günlük yaşamda birçok alanda yararlanıldığını,
- Çiçekli bir bitkinin kısımlarının yapı ve görevlerini,
- Bitkilerde yer alan dokuları ve bu dokuların görevlerini,
- Bitkilerdeki organların yapı ve görevlerini,
- Bitkilerin büyüme ve gelişiminde hormonların rol oynadığını,
- Bitkilerin çevreden gelen uyarıları algılayıp bu uyarılara tepki gösterdiğini,
- Bitkilerde su, mineral ve organik besinlerin farklı mekanizmalarla taşındığını,
- Çiçeğin kısımlarını ve bu kısımların görevlerini,
- Çiçekli bitkilerde üreme hücrelerinin oluşumunu,
- Çiçekli bitkilerde tozlaşma, döllenme, tohum ve meyvenin oluşumunu,
- Tohum çimlenme mekanizmasını,
- Çimlenmeye etki eden faktörleri,
- Dormansi ve çimlenme arasındaki ilişkiyi öğreneceksiniz.

1. BÖLÜM

3.1. BİTKİLERİN YAPISI

Bu bölümde

- Çiçekli bir bitkinin temel kısımlarının yapı ve görevlerini,
- Bitki gelişiminde hormonların etkisini,
- Bitki hareketlerini öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Fotoperiyodizm

Nasti

Oksin

Tropizma

Uç meristem

Yanal meristem

Yaş halkaları

DÜNYA DIŞI YAŞAMA ÖNCÜLÜK EDEBİLECEK BİTKİLER


Görsel 3.1: *Fumana procumbens*

Dünyada giderek artan nüfus, kirlilik ve plansız kalkınma doğal kaynaklar üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Bu durum, dünyayı yaşanmaz kılabilir ve gelecekte insanlık dünya dışı ortamlarda yaşam alanları kurmak zorunda kalabilir. Dünya dışı yaşam alanı oluşturma çalışmaları günümüzde hızla devam ediyor. Ancak inşa edilecek yerleşkede yaşam destek ünitelerinin oluşturulması ve devamlılığı son derece önemlidir. İşte tam da bu noktada henüz çok telaffuz edilmeyen ancak gelecekte dünya dışı yaşamda (egzobiyolojik) önemli yaşam desteği sağlayabilecek *Fumana procumbens* (Fumana prokumbes) gibi jipsofit bitkiler (Görsel 3.1) ön plana çıkacaktır. Jips, kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde oldukça sık görülen bir toprak çeşididir. Jipsli topraklar jeolojik dönemlerde aşırı buharlaşma sonucu oluşmuş ekstrem habitatlardır. Jipsin fiziksel yapısı genellikle cam kristalleri şeklindedir. Yapılan analizler jipsin içindeki suyun hidrojen yerine hidrojenin izotopu olan döteryum içeren ağır su olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi bitkiler topraktaki serbest suyu kolayca alabilir. Ancak kurak koşullarda su, bitkiler için en önemli stres faktörüdür. Su stresinin aşırı yaşandığı jipsli topraklarda, serbest su bulunmadığı zamanlarda, bu bitkiler kristalize hâlde bulunan ağır suyu jips kristallerinden söküp alarak bu ekstrem koşullarda yaşamlarını sürdürebilir. Bu aşırı stres koşullarına uyum sağlayarak sadece jipsli topraklarda yetişen bitkiler **jipsofit** diye adlandırılır. İşte tam da bu noktada jipsofitlerin dünya dışı yaşam için öncü olabileceği gündeme gelmektedir. Jipsli topraklar dünyada 100 milyon hektar yer kaplamaktadır. Türkiye'de de İç Anadolu'da çok yaygın olarak bulunur. Jipsli topraklar, Türkiye'de olduğu gibi, kurak ve yarı kurak enlemlerdeki ülkelerde de biyolojik çeşitlilik açısından önem taşıyan ekosistemlerdir.Bu topraklar, endemik bitkiler açısından da son derece zengin biyogenetik rezerv alanlarına dönüşmüşlerdir.

Latif Kurt, *Dünya Dışı Yaşama Öncülük Edebilecek Bitkiler*

(Düzenlenmiştir.)

- Yukarıdaki metne göre dünya dışı yaşam alanlarında inşa edilecek yerleşkede yaşam destek ünitelerinin oluşturulması ve yaşamın devamlılığı için neden öncelikli olarak bitkiler tercih edilmiştir? Tartışınız.

BİR FİKRİN VAR MI?








- Görsellerde verilen örnekler bitkinin hangi kısımları ile ilgilidir? Bu kısımların özellikleri ve görevleri ile ilgili bildiklerinizi yazınız.

....

....

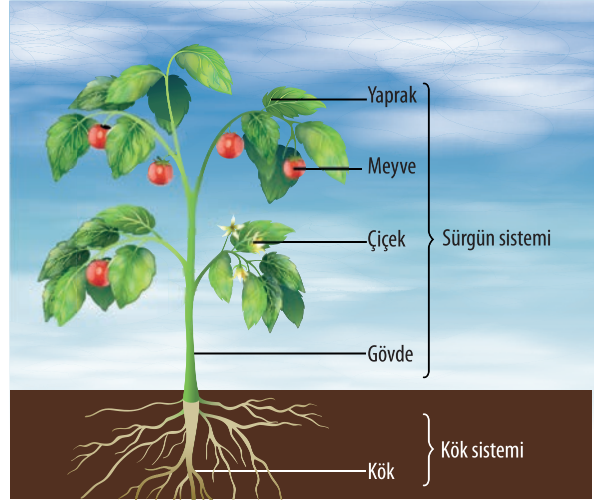
3.1. BİTKİLERİN YAPISI

Bitkiler, besin ve oksijen kaynağı olması nedeniyle canlılar dünyasında çok önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında yeryüzündeki ısının kontrol edilmesi, atmosferdeki gaz dengesinin korunmasında da görev alır. Ayrıca bitkiler, pek çok canlı için barınak görevi görür. Bilinen 325 000'den fazla bitki türü vardır. Bitkilerin yapısal özellikleri yaşadıkları ortamla uyumludur. Bu bölümde çiçekli (kapalı tohumlu) bitkilerin genel özellikleri anlatılacaktır.

3.1.1. ÇİÇEKLİ BİR BİTKİNİN TEMEL KISIMLARININ YAPISI VE GÖREVLERİ

Karasal ortama uyum sağlamış bitkilerde toprak üstü ve toprak altı olmak üzere iki organ sistemi bulunur. Toprak altı organ sistemine **kök sistemi,** toprak üstü organ sistemine **sürgün sistemi** denir. Kapalı tohumlu bitkinin temel kısımları Görsel 3.2'de verilmiştir.

Bitkiler temel ihtiyaçlarını toprak, hava ve sudan karşılar. Kök sistemi; bitkiyi toprağa bağlayan, mineralleri ve suyu almasını sağlayan, hormon üreten organdır. Sürgün sistemi ise bitkinin toprak üstünde bulunan gövde, yaprak, çiçek ve meyveden oluşan kısmıdır. Bu sistemde bitkinin büyüme, depolama, fotosentez yapma, üreme, taşıma, destek verme, hormon üretme gibi temel görevleri vardır. Kökler besin ihtiyacını sürgün sisteminden karşılar. Sürgün sisteminin de kökten gelecek su ve minerallere ihtiyacı vardır. Bu yüzden kök ve sürgün sistemi birbirlerine bağlıdır.



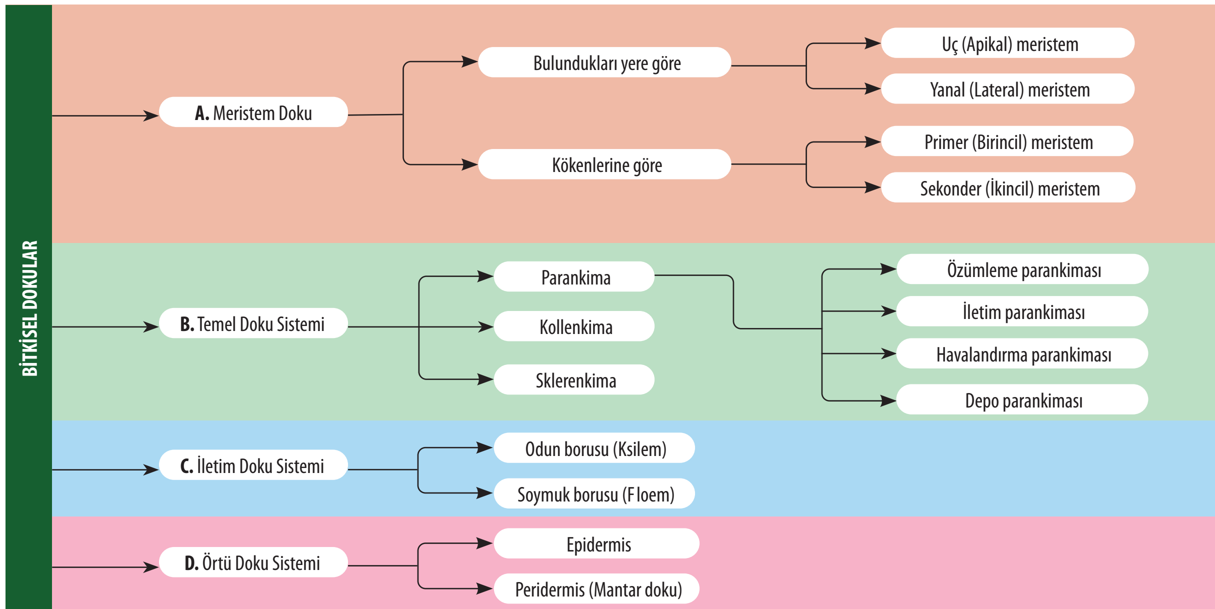
Görsel 3.2: Kapalı tohumlu bir bitkinin temel kısımları

Çoğu hayvan gibi bitkiler de hücreler, dokular ve organlardan oluşan hiyerarşik bir organizasyona sahiptir. **Hücre**, yaşamın temel birimidir. **Doku** belli bir görevi yapmak üzere bir araya gelen yapısal ve işlevsel olarak benzer hücre topluluğudur. **Organlar** ise birkaç doku tipinden oluşmuş özel işlevleri gerçekleştiren yapılardır.

Bu bölümde meristem hücreler ve bitkisel dokulardan başlayarak kök ve sürgün sisteminde yer alan organların yapı ve görevlerini daha yakından tanıyacaksınız.

Bitkisel dokular Tablo 3.1'de gösterildiği gibi sınıflandırılabilir.

Tablo 3.1: Bitkisel dokuların sınıflandırılması



A. Meristem (Bölünür) Doku

Büyüme olayı hayvanlarda sınırlı iken bitkilerde yaşam boyu devam eder. Bitkilerde büyümeyi kök ve gövde uçlarındaki büyüme bölgelerinde bulunan meristem hücreler sağlar. Meristem hücreleri canlı, bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli ve ince çeperlidir. Bu hücrelerin metabolizmaları hızlıdır. Hücreleri arasında boşluk yok denecek kadar azdır. Koful bulundurmayan ya da küçük kofullara sahip olan hücrelerdir. Meristem hücrelerinin en önemli özelliği, sürekli bölünebilme yeteneğine sahip farklılaşmamış hücrelerden oluşmasıdır. Meristem hücreler, bitkilerde boyca uzamayı ve enine kalınlaşmayı sağlar. Bu hücrelerinin bölünmesiyle meydana gelen yeni hücreler farklılaşarak örtü, temel ve iletim dokularını meydana getirirken büyüme bölgelerinde mitozla yeni meristem hücreleri sürekli üretilir. Bu nedenle bitkilerdeki meristem hücreleri hayvanlardaki kök hücreler gibidir. Meristem hücre, **bölünür hücre** olarak da isimlendirilir.

Bitkilerde primer (birincil) büyüme ve sekonder (ikincil) büyüme olarak iki tip büyüme gerçekleşir. Bitkinin gövde ve köklerinin ucunda bulunan birincil meristem hücreleri primer büyümeyi sağlar. **Primer büyüme**, bitkinin yaşamı boyunca devam eden ve boyca uzamayla sonuçlanan büyümedir. **Sekonder büyüme** ise odunsu bitkilerde kök ve gövdenin kalınlaşmasını sağlayan büyümedir. Bu büyüme, ikincil meristem olarak adlandırılan hücreler tarafından gerçekleştirilir. Otsu bitkilerde sadece primer büyüme görülür. Odunsu bitkilerde ise primer büyüme ve sekonder büyüme aynı anda gerçekleşir.

a) Bulunduğu Yere Göre Meristem Hücreler

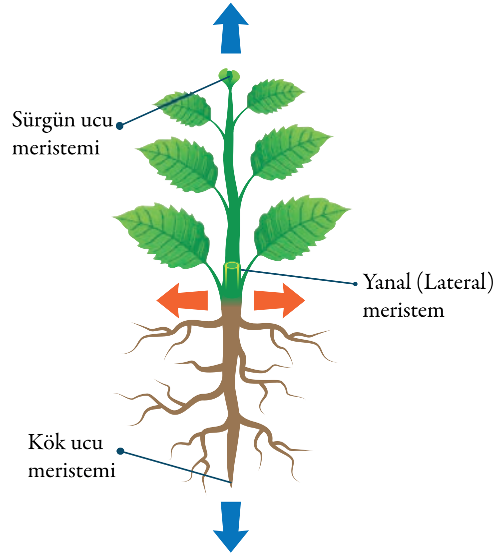
Bitkinin büyümesinde, gelişmesinde uç meristem ve yanal (lateral) meristem görev yapar. Uç ve yanal meristemin bitkide bulunduğu yerler Görsel 3.3'te gösterilmiştir.

- **Uç (Apikal) Meristem**

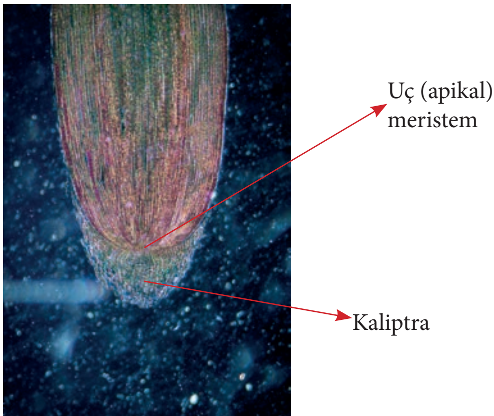
Uç meristem bitkinin kök, gövde, dal ucu gibi kısımlarında bulunur. Bitkinin boyca uzamasını sağlar.

Kök ucu meristemi, kökün uzayarak toprak içinde derinlere inmesini sağlar. Böylece bitki, kökleriyle daha çok su ve mineral alır. Kök ucunda meristem hücreler **kaliptra (kök şapkası, yüksük)** adı verilen yapı ile korunur. Kök ucunun boyuna kesitinin mikroskobik görüntüsü Görsel 3.4' te gösterilmiştir.

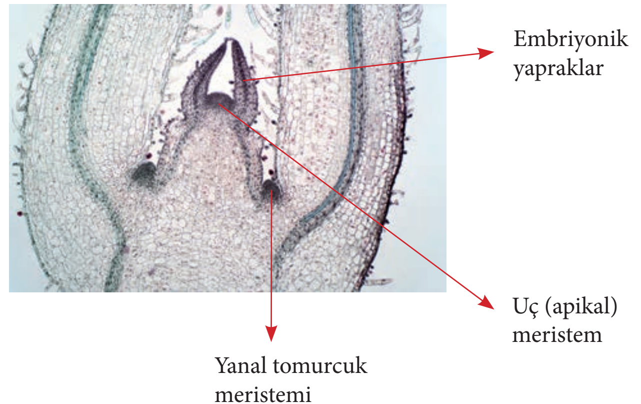
Sürgün ucu meristemi, bitkide gövde uçlarında bulunur ve bitkinin gövdesinin boyuna uzamasını sağlar. Sürgün ucu meristemi, koruyucu embriyonik yapraklar ile sarılmıştır. Uç meristem, bu yapraklar sayesinde korunur. Sürgün ucunun boyuna kesitinin mikroskobik görüntüsü Görsel 3.5' te gösterilmiştir.



Görsel 3.3: Bitkide meristem bölgeleri



Görsel 3.4: Kök ucunun boyuna kesitinin mikroskobik görünümü (x50)



Görsel 3.5: Sürgün ucunun boyuna kesitinin mikroskop görünümü (x400)

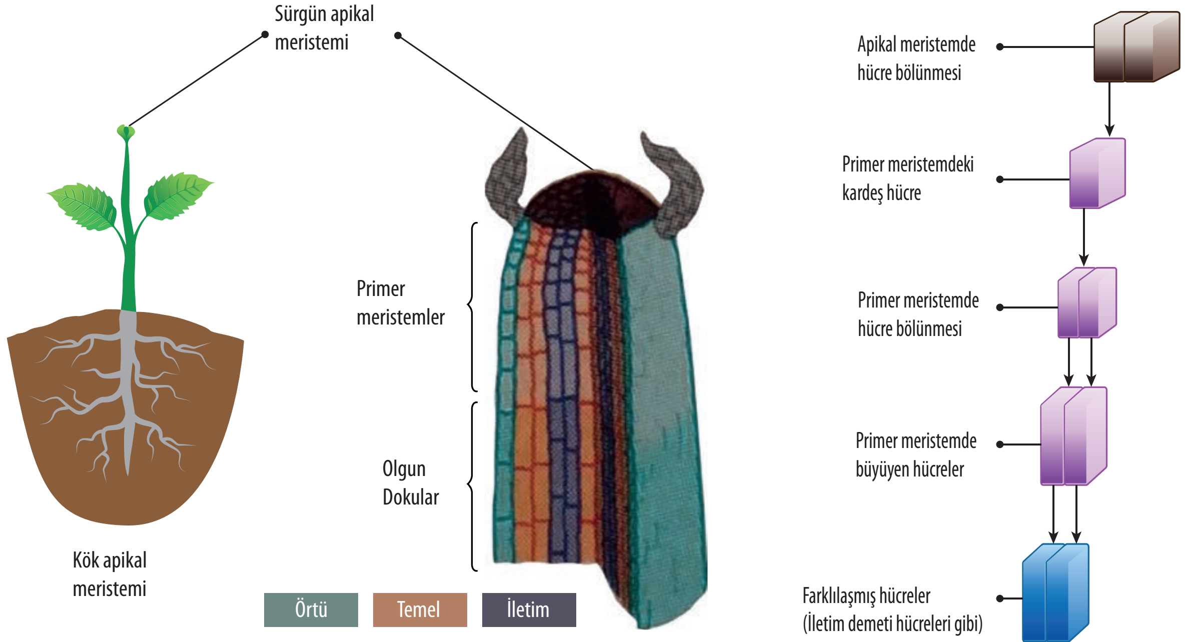
- **Yanal (Lateral) Meristem**

Odunsu (açık tohumlular ve çoğu çift çenekli kapalı tohumlular) bitkilerin kök ve gövdelerinde boyca uzamanın durduğu kısımlarda enine büyüme görülür. Bitkinin kalınlaşmasını sağlayan sekonder büyümeyi yanal meristemler sağlar.

b) Kökenlerine Göre Meristem Hücreler

- **Birincil (Primer) Meristem**

Embriyonik dönemden beri bölünme yeteneğini kaybetmemiş hücrelerden oluşur. Kök ve gövde uçlarında bulunur. Bitkinin primer büyümesini başka bir deyişle boyca uzamasını sağlar. Uç meristemde primer büyümenin mekanizması Görsel 3.6'da gösterilmiştir.



Görsel 3.6: Uç meristemde gerçekleşen primer büyümenin mekanizması

Uç meristemde farklılaşmamış hücreler bulunur. Bu hücreler bölündüklerinde bazı kardeş hücreler uç meristemde kalır ve farklılaşmamış hücrelerin sürekliliğini sağlar. Diğer kardeş hücre ise bölünür ve büyür. Sonra bu hücreler tamamen farklılaşarak iletim doku, örtü doku ve temel doku gibi dokuları meydana getirir.

- **Sekonder (İkincil) Meristem**

Bölünme yeteneğini kaybetmiş parankima hücrelerin hormonların etkisi ile sonradan bölünme yeteneğini kazanması sayesinde oluşan dokudur. Sonradan bölünme yeteneğini kazanan meristeme yanal meristem, sekonder meristem ya da **kambiyum** denir. **Demet (damar, vasküler) kambiyumu** ve **mantar kambiyumu** olarak iki çeşittir. Kambiyum, kapalı tohumlu çift çenekli bitkiler ve çam gibi açık tohumlu bitkilerde bulunur. Tek çenekli bitkilerde ve yapraklarda kambiyum bulunmaz.

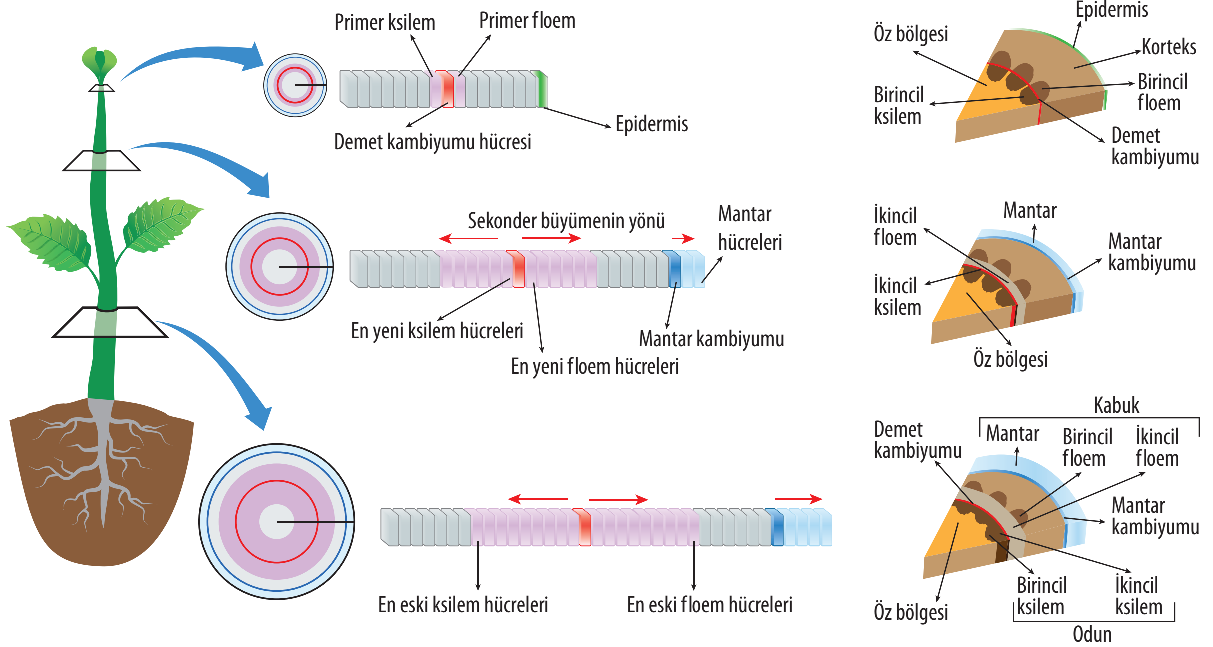
Demet kambiyumu, ksilem ve floem oluşmasını dolayısıyla bitkinin enine kalınlaşmasını sağlar ve sürgüne destek verir.

Mantar kambiyumu, odunsu bitkilerde mantar dokuyu oluşturan canlı ve bölünebilme özelliğinde olan hücrelerdir. Mantar kambiyumunun bu faaliyeti enine kalınlaşmayı da sağlar. Sekonder büyüme nedeniyle epidermis parçalanır yerini mantar doku alır. Mantar doku (Görsel 3.7) ağaçların dış kısmında yer alır ve gövdeyi su kaybına; böcek, bakteri ve mantar saldırılarına karşı korur.



Görsel 3.7: Mantar doku

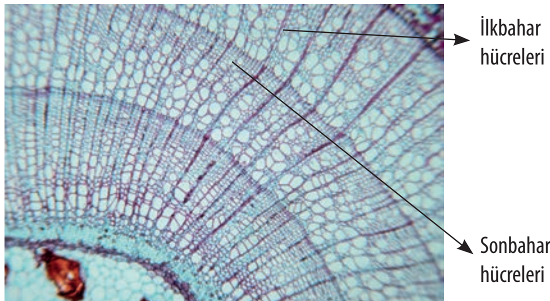
Gövde ve kökte demet kambiyumu ve mantar kambiyumu faaliyeti ile gerçekleşen sekonder büyümenin mekanizması Görsel 3.8'de gösterilmiştir.



Görsel 3.8: Gövdede gerçekleşen sekonder büyümenin mekanizması

Demet kambiyumu hücrelerinin bölünmeye başlaması sonucu bitkide yeni iletim elemanları oluşur. Bitkinin embriyonik gelişimi sırasında demet kambiyumu, bitkinin merkezine doğru ksilem dokuyu ve bitkinin dışına doğru floem dokuyu meydana getirir. Bu nedenle demet kambiyumu, birincil floem ile birincil ksilem arasında uzanan bir hücre tabakası şeklinde bulunur. Demet kambiyum hücreleri tekrar bölündüğünde içeriye doğru olan kısımda ikincil ksilem, dışarıya doğru olan kısımda da ikincil floem meydana gelir. İkincil floemin üst kısmında kortekste yer alan mantar kambiyumu da bölünerek dışarı doğru mantar dokuyu oluşturur. Böylece kök ve gövdede enine kalınlaşma gerçekleşir. Gövdenin çapı arttıkça mantar kambiyumunun dışında kalan dokular parçalanarak dökülür. Bu durumda mantar kambiyumu korteksin iç dokularından yeniden oluşur. Korteks tamamen ortadan kalkınca, kambiyum floem parankiması hücrelerinden oluşur. Her bir mantar kambiyumunun oluşturduğu dokular bir periderm tabakası oluşturur. Kabuk demet kambiyumu dışındaki tüm dokuları kapsar.

Ağaçlarda demet kambiyumunun faaliyeti ile **yaş halkaları** meydana gelir. Ilıman bölgelerdeki çok yıllık bitkilerde enine büyüme ilkbaharda başlar, yaz boyunca devam eder ve sonbaharda oldukça yavaşlar. Büyüme sırasında ilkbaharda büyük ve ince çeperli hücreler, sonbaharda küçük ve kalın çeperli hücreler oluşur (Görsel 3.9). Üst üste yığılan bu tabakalar, enine kesitte iç içe halkalar şeklinde görülür. Odunlaşmış bitki gövdesinde sonbahar odunu (sonbahar halkası) koyu renkli, ilkbahar odunu (ilkbahar halkası) ise açık renkli görünür (Görsel 3.10). Bu nedenle bir açık ve bir koyu renkli halka, bitki için bir yıl anlamına gelir. Her yıl tekrarlanan bu halkalar (yaş halkaları) bitkinin yaşının hesaplanmasını sağlar. Ağaçtaki yıllık halka genişliği, o yıl yaşanan iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. İklim koşulları ağacın büyümesi için uygunsa yaş halkası geniş, uygun değilse yaş halkaları dar olmaktadır.



Görsel 3.9: Bitki gövdesinin enine kesitine ait mikroskobik görünüm



Görsel 3.10: Odunlaşmış bitki gövdesinde yaş halkaları

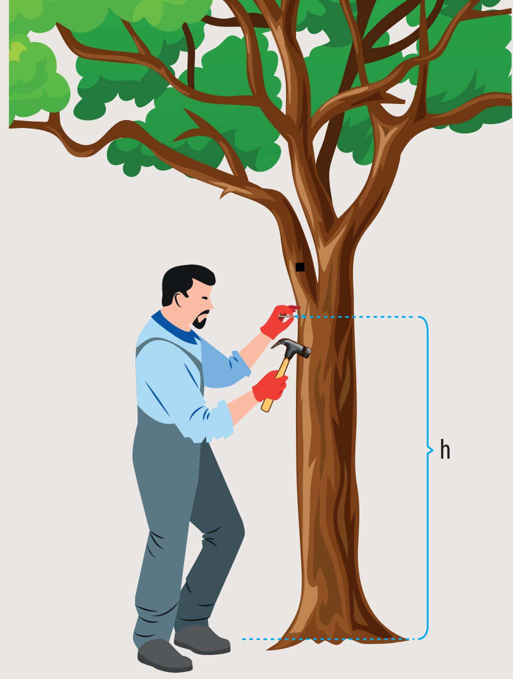
ARAŞTIRINIZ

Ağaç halkalarının incelenmesi ile ilgilenen bir bilim dalı olan dendrokronolojinin çalışma alanlarını yazılı ve görsel kaynaklardan araştırınız. Araştırma sonuçlarını sunu hâline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen metin ve yandaki görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Bir araştırmacı, bitkide primer ve sekonder büyümeyi görebilmek için yaprak döken bir ağacın gövdesinin yerden h yüksekliğindeki bir noktasına uzun bir çiviyi 2/3'ü dışarıda kalacak şekilde öz bölgesine kadar çakıyor. Bu ağacı 10 yıl sonra inceliyor.



1. Çivinin yerden yüksekliğinde bir değişiklik olmuş mudur? Nedenini açıklayınız.

....

....

....

2. Çivinin ağacın dışında kalan uzunluğunda bir değişiklik olmuş mudur? Nedenini açıklayınız.

....

....

....

B. Temel Doku Sistemi

Temel doku, bitkinin örtü ve iletim dokusu dışında kalan kısımlarını dolduran dokudur. Kök, gövde, yaprak gibi organların tümünde bulunur. Depo, fotosentez, destek gibi işlevler için özelleşmiş çeşitli hücreleri içerir. Bitkinin metabolik işlevlerinin çoğundan sorumludur. Parankima, kollenkima ve sklerenkima dokuları temel doku çeşitleridir.

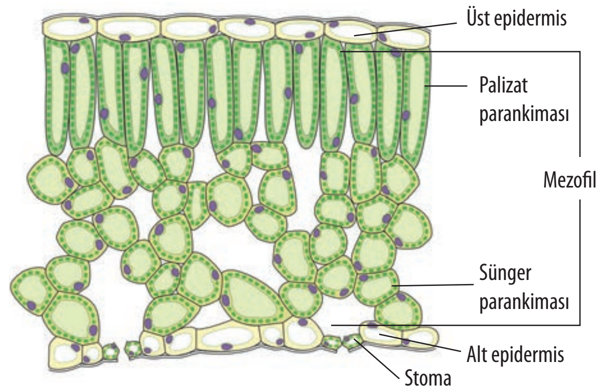
a) Parankima Dokusu

Parankima, tüm organların yapısında bulunan doku çeşididir. İnce çeperli, bol sitoplazmalı ve genellikle canlı hücrelerden oluşur. Parankima hücrelerinin çoğu, belirli koşullar altında bölünerek diğer bitki hücresi tiplerine dönüşebilen meristemden en az farklılaşmış doku çeşididir. Yaralanma gibi durumlarda bölünerek yeni hücreleri oluşturur ve yaralanma bölgelerini onarabilir. Hatta tek parankima hücresinden laboratuvar ortamında bütün bir bitki oluşturmak da mümkündür. Bitkilerde en fazla bulunan dokudur. Bitkilerde görevlerine göre dört çeşit parankima dokusu bulunur. Bunlar iletim parankiması, havalandırma parankiması, özümleme parankiması ve depo parankimasıdır.

- **Özümleme (Asimilasyon) Parankiması**

Yapraklarda, otsu ve genç gövdelerde bulunur. Özümleme parankiması hücreleri bol kloroplast taşır. Fotosentez yaparak organik maddelerin sentezlenmesini sağlar. Özümleme parankiması Görsel 3.12'de yaprak enine kesitinde gösterilmiştir.

Mezofil olarak isimlendirilen yaprağın temel dokusu alt ve üst epidermis tabakaları arasında kalmıştır. Mezofil fotosentez için özelleşmiş parankima hücrelerinden oluşur. Palizat parankiması, üst epidermisin altında yer alan uzun ve silindirik hücrelerden oluşmuştur. Palizat parankiması hücreleri bol kloroplast içerdiğinden fotosentezin en yoğun yapıldığı yerdir.

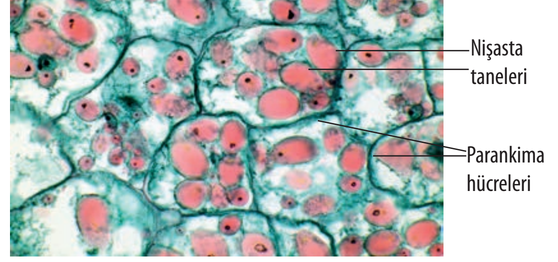


Görsel 3.12: Yaprak enine kesitinde özümleme parankiması

Sünger parankimasını oluşturan hücreler ise palizat parankimasına göre daha az kloroplastlıdır. Bu hücrelerin hücreler arası boşlukları daha fazladır. Sünger parankiması hücreleri yaprağın alt tarafında bulunur.

- **İletim Parankiması**

İletim demetlerinin etrafında sıralanan parankima hücrelerinden oluşur. İletim parankimasında kloroplast bulunmaz. Özümleme parankiması tarafından sentezlenen organik bileşiklerin diğer dokulara iletilmesi ve iletim sistemi aracılığı ile gelen su ve minerallerin fotosentez yapan hücrelere iletilmesini sağlayan parankima dokusudur.



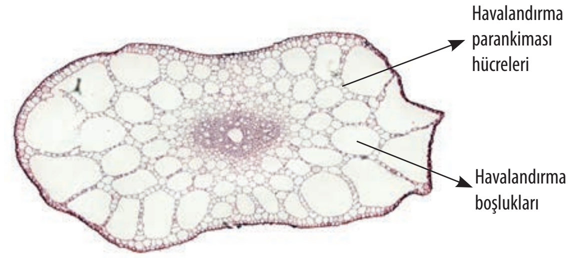
Görsel 3.13: Patateste depo parankiması

- **Depo Parankiması**

Bitkinin kök, gövde, meyve ve tohum kısımlarında bulunur. Nişasta, yağ, protein gibi besin maddelerini ya da suyu depolar. Kaktüslerde su, zeytinde yağ, fasulyede protein, patateste nişasta (Görsel 3.13) depolanması bu duruma örnek olarak verilebilir.

- **Havalandırma Parankiması**

Genellikle suda ve bataklıkta yaşayan bitkilerin kök ve gövdelerinde bulunur. Çok sayıda hücreler arası boşluğa sahiptir. Bu boşluklarda hava depo edilir ve bu boşluklar bitkinin gaz alışverişinde görev alır (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Elodea bitkisinde havalandırma parankiması (X100)

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Kurak ya da çöl ortamında yaşayan bitkilerde, su depolamaya yarayan ve sukkulent parankima adı verilen depo parankiması da mevcuttur. Özellikle kaktüsgiller üyesi bitkilerde sukkulent parankiması vardır (Ankara Üniversitesi, 2022).

b) Kollenkima (Pek Doku)

Bitkinin büyümekte olan kısımlarına destek verir. Çiçek ve yaprak sapında, yaprak damarlarının çevresinde, genç gövde ve sürgün kısımlarında bulunur ve bu kısımlara mekanik destek sağlar. Canlı bir dokudur. Kollenkima hücrelerinin çeper kalınlığı parankima hücrelerinden fazladır. Hücre çeperlerinde selüloz ve pektin birikmesi nedeniyle kalınlaşmalar meydana gelmiştir. Kalınlaşmalar, hücrelerin teğetsel çeperlerinde görülür ve lameller oluşursa bu kalınlaşmaya **levha kollenkiması** (Görsel 3.14); hücre çeperinin sadece köşe bölgelerinde oluşursa **köşe kollenkiması** (Görsel 3.15) adını alır.



Görsel 3.14: Levha kollenkiması



Görsel 3.15: Köşe kollenkiması

c) Sklerenkima (Sert Doku)

Bitkinin büyümeyi tamamlamış, olgunlaşmış organlarında bulunur. Bu doku hücreleri selüloz ve bol miktarda lignin (odun özü) biriktirir. İlk oluştuğunda canlı olan bu doku, hücrelerinin çeperlerinde lignin birikmesi nedeniyle canlılığını yitirir. Sert çeperleri sayesinde bitkiyi destekler. Kollenkima hücrelerine göre çok daha serttir. Sert doku, **sklerenkima lifleri** ve **taş hücreleri** olmak üzere iki çeşittir.

- **Sklerenkima Lifleri**

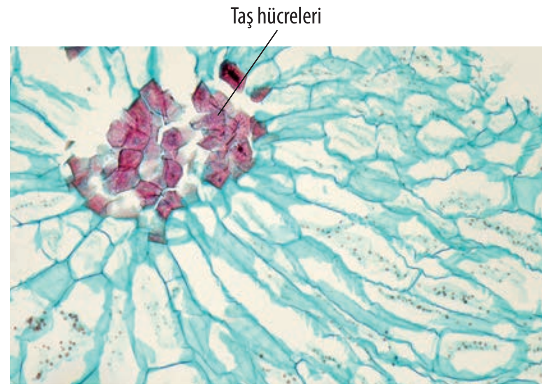
Bitkide gövde ve meyve kabuğunda, yapraklarda veya tohumlarda bulunabilir. Lifler uzun, ince ve kapalı uçludur. Gerilme ve darbelere karşı dirençlidir. Bitkiye destek sağlar (Görsel 3.16). Örneğin keten lifleri ise dokuma sanayinde ticari amaçlı kullanılmaktadır.

- **Taş Hücreleri**

Küçük, düzensiz şekilli ve ölü hücrelerdir. Taş hücreleri, kalın ve odunlaşmış çeperlere sahiptir. Bitkide tek tek ya da gruplar hâlinde bulunabilir. Armut, ayva gibi meyvelerin etli kısımlarında (Görsel 3.17); ceviz, fındık gibi sert kabuklu meyvelerin kabuğunda bol miktarda taş hücresi bulunur.



Görsel 3.16: Floeme destek veren sklerenkima lifleri



Görsel 3.17: Ayvada taş hücreleri

Kollenkima ve sklerenkima hücrelerinin karşılaştırılması Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Kollenkima ve Sklerenkima Hücrelerinin Karşılaştırılması

Kollenkima	Sklerenkima
Canlı hücrelerden oluşur.	Ölü hücrelerden oluşur.
Sitoplazma ve çekirdekleri bulunur.	Sitoplazma ve çekirdekleri yoktur.
Esnektir. Gerilme, kıvrılma ve uzayabilme özelliğine sahiptir.	Sklerankima lifleri hariç uzama, bükülme ve esneme yetenekleri yoktur.
Hücre duvarları selüloz ve pektin birikimi ile kalınlaşmıştır.	Hücre duvarları selüloz ve lignin birikimi ile kalınlaşmıştır.
Bitkide uzaması devam eden ve gelişen çiçek sapı, yaprak sapında, gövde ve sürgünlerin genç kısımlarında bulunur.	Daha çok bitkinin büyümesi sona ermiş kısımlarında görülür. Ceviz ve fındık kabuğunda, şeftali gibi meyvelerin çekirdeklerinde bulunur.
Hücre çeperlerinin kalınlaştığı bölgelere göre iki çeşittir. • Köşe kollenkiması • Levha kollenkiması	İki çeşittir. • Sklerenkima lifleri • Taş hücreleri

1. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.





Etkinliğin Adı	Temel Dokuyu Tanıyınız
Etkinliğin Amacı	Bitkilerdeki parankima, kollenkima ve sklerenkima dokularını tanıyabilme.
Etkinliğin Süresi	40 + 40 dakika
Araç Gereç	Elodea bitkisi, yaprak, ayva ya da armut, patates, begonya yaprağı, lam, lamel, mikroskop, jilet, su, damlalık, kağıt peçete

Uygulama

(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını sağlar.)

Enine Kesit Alma: İncelenecek objenin uzun eksenine dik doğrultuda alınan kesitlerdir. Enine kesitlerin çok ince alınması gerektiğini unutmayınız.

- Elodea bitki gövdesinden, herhangi bir yaprak örneğinden ve begonya bitkisi yaprak sapından enine kesitler alınız. Aldığınız kesitleri ayrı lamlara yerleştirip üzerlerine birer damla su damlatınız ve hava kabarcığı kalmayacak şekilde lamelleri objelerin üzerine kapatınız. En küçük objektifte görüntüyü netleştirdikten sonra adım adım objektifi büyütünüz. Görüntüleri defterinize çiziniz.
- Ayvanın ya da armudun çekirdeklerine yakın bölümünden jiletin ucuyla küçük bir parça alıp lamın üzerine koyunuz. Üzerine lamel kapatıp baş parmağınızın iç kısmı ile lamelin üzerine bastırınız ve objeyi iyice eziniz. Lamelin üzerine bir parça kâğıt peçete koyarsanız lamel kirlenmeyecektir. Lameli kırmamaya dikkat ediniz. En küçük objektifte görüntüyü netleştirdikten sonra adım adım objektifi büyütünüz. Sabitlediğiniz görüntüyü defterinize çiziniz.
- Bir önceki basamakta yaptığınız işlemleri patates ezme preparatı hazırlarken de uygulayınız.

Sonuçlandırma

1. Elodea gövdesinden aldığınız enine kesitte gözlemlediğiniz temel doku çeşitleri nelerdir? Görevlerini yazınız.

....

....

2. Yapraktan aldığınız enine kesitte gözlemlediğiniz temel doku çeşitleri nelerdir? Görevlerini yazınız.

....

....

3. Ayva ile hazırladığınız preparatta hangi temel doku çeşidini gördünüz? Bu hücrelerin bitkideki görevini yazınız.

....

....

4. Patates ile hazırladığınız preperatta hangi temel doku çeşidini gördünüz? Bu hücrelerin bitkideki görevini yazınız.

....

....

5. Begonya bitkisinin yaprak sapından aldığınız enine kesitte hangi temel dokuları gördünüz? Bu hücrelerin bitkideki görevini yazınız.

....

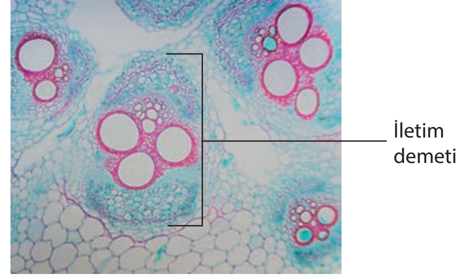
....

6. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.



C. İletim Doku Sistemi

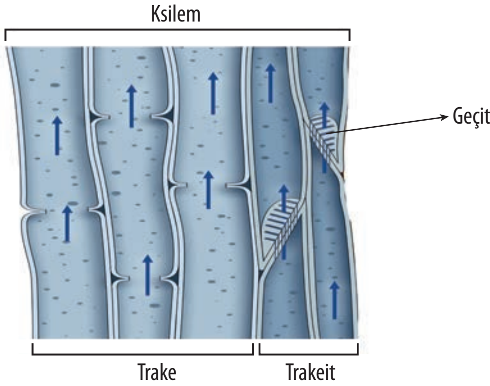
Bitkilerde organik ve inorganik maddelerin taşınmasını gerçekleştiren dokudur. Hayvanlarda dolaşım sisteminin yaptığı madde taşınması görevini, bitkilerde iletim dokusu yapar. Bitkinin yapraklarında ve genç gövdelerinde fotosentez sonucu oluşan organik besin maddelerinin köklere doğru taşınmasını, kökleriyle alınan su ile minerallerin ise toprak üstü organlara ve yapraklara doğru taşınmasını iletim doku gerçekleştirir. İletim doku, **ksilem (odun borular)** ve **floem (soymuk borular)** olmak üzere iki kısımdan oluşur. Ksilem ve floem dokuları genellikle birlikte bulunur ve iletim demetini meydana getirir (Görsel 3.18).



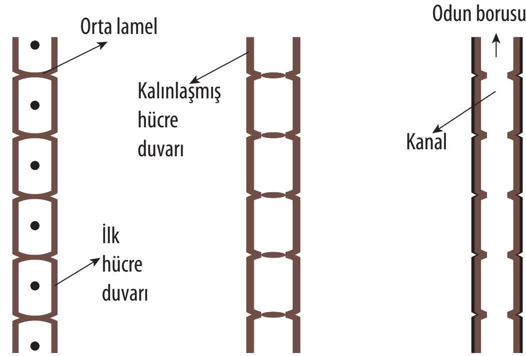
Görsel 3.18: İletim demetinin mikroskobik görünümü

a) Ksilem (Odun Boruları): Ksilem, topraktan alınan su ve suda çözünmüş minerallerin ve kökte sentezlenen bazı hormonların gövde, yaprak gibi bitkinin sürgün sisteminde yer alan kısımlarına taşınmasını sağlar. Ksilem dokusu; ksilem sklerenkiması (sklerenkima lifleri), ksilem parankiması, trakeit ve trake borularından oluşmuştur. Ksilem borularının etrafında bulunan ksilem parankima hücreleri çeşitli besin maddelerinin depolanmasında, ksilem sklerenkima hücreleri ise destek sağlamada görev yapar.

Ksilemin asıl hücreleri olan trake ve trakeit (Görsel 3.19), bitkide uzamanın durduğu kısımlardaki hücrelerin farklılaşması ile meydana gelir. Trake ve trakeit, başlangıçta üst üste dizilmiş canlı meristem hücrelerdir. Bu canlı hücreler zamanla çekirdek ve sitoplazmalarını kaybeder. Bunun sonucunda hücreler canlılıklarını yitirir. Üst üste dizilmiş hücrelerin boyuna çeperleri, lignin birikimiyle giderek kalınlaşır. Hücrelerin birbirine bakan enine çeperleri ise eriyerek kaybolur. Bu değişimler, üst üste dizilmiş hücrelerin içinde madde iletimi için uygun olan içi boş odun borularını meydana getirir (Görsel 3.20).



Görsel 3.19: Trake ve trakeitin görünümü



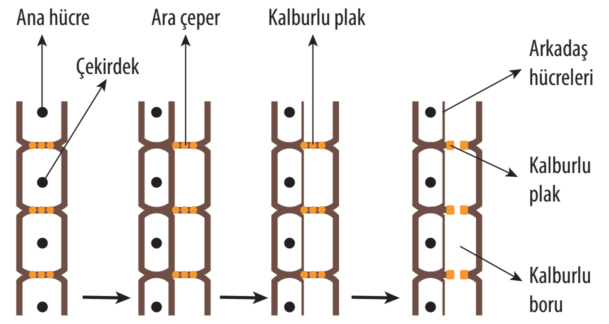
Görsel 3.20: Ksilem oluşumu

Trakeitler uçları kapalı, uzun ve ince hücrelerdir. Asıl görevi su iletimi olmasına rağmen bitkiye destek sağlama görevini de yapar. Trakeler trakeitlere göre daha geniş, daha kısa ve daha ince çeperlidir. Uç kısımları daha az sivri olan hücrelerdir. Trake ve trakeit hücrelerinin çeperlerinde geçit denen kalınlaşmamış, yer yer kesintiler olan ince bölgeler vardır. Su, bir hücreden diğerine geçitlerden geçerek taşınır. Su ve suda çözünmüş maddeler geçitler sayesinde aşağıdan yukarıya doğru ve yanal olarak taşınır. Trakelerin uç çeperleri deliklidir ve suyun odun boruları içinde akmasına izin verir. Bunlar ölü hücrelerdir. Ksilemde madde taşınması hızlı gerçekleşir. Bunun nedenleri taşınma sırasında enerji harcanmaması, taşınmanın tek yönlü olması, hücreler arasındaki orta lamellerin tamamen erimiş olmasıdır.

b) Floem (Soymuk Boruları)

Floem, bitkide fotosentez ürünü olan organik bileşiklerin üretildikleri yerden -çoğunlukla yapraklardan- bitkinin kök, gövde, tohum ve meyve gibi kısımlarına; kökte sentezlenen azotlu organik moleküllerin de yapraklara ve bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlar. Kalburlu boru elemanları, arkadaş hücreleri, floem parankiması ve floem sklerenkiması olmak üzere dört hücre tipinden oluşur. Floem parankiması besinlerin depo edildiği hücrelerdir. Floem sklerenkiması ise bitkiye destek sağlamada görev yapar.

Floemin asıl hücreleri kalburlu borular ve arkadaş hücreleridir. Kalburlu boru elemanları, ince çeperli ve canlı hücrelerdir. Üst üste dizili hücreler işlevsel olgunluğa eriştiğinde çekirdeği, ribozomları, belirgin kofulları ve hücre iskeletlerini yitirirler. Kalburlu borular, canlıdır ancak çekirdeklerini kaybettiklerinden metabolik faaliyetlerini uzun süre devam ettiremez. Komşu hücrelerin enine çeperleri yer yer eriyerek kalbur şeklini alır. Oluşan bu yapıya **kalburlu plak** denir. Kalburlu plakta bulunan porlar sıvı akışını kolaylaştırır. Kalburlu boru elemanları, uç uca eklenerek kalburlu boru denen sütun yapısını oluşturur (Görsel 3.21). Arkadaş hücreleri, kalburlu boru elemanının yanında bulunur ve iletime katılmaz. **Plazmodezm** adı verilen çok sayıda kanalla kalburlu boru elemanına bağlanır. Arkadaş hücresinin çekirdek ve ribozomları sadece arkadaş hücresinde iş görmekle kalmayıp komşu kalburlu boru elemanına da hizmet eder. Bazı bitkilerin yapraklarındaki arkadaş hücreleri, oluşan besin maddelerinin kalburlu boru elemanlarına geçmesine yardım eder. Kalburlu boru elemanları da bu besini bitkinin diğer kısımlarına taşır.



Görsel 3.21: Floem oluşumunun şematik gösterimi

Floem borularında besin maddelerinin taşınması çift yönlüdür. Ancak bir boruda aynı anda çift yönlü taşınım gerçekleşmez. Dal ve yaprakların gövdeye bağlandığı noktalardan yanlara doğru da iletim yapılır. Floemde taşıma ksilemdeki taşımaya göre daha yavaş gerçekleşir. Enerji harcanması, iletimin çift yönlü olması ve hücreler arası çeperlerin tam olarak erimemiş olması taşınmanın yavaş gerçekleşmesinin nedenleridir.

Ksilem ve floemin karşılaştırılması Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3: Ksilem ve Floemin Karşılaştırılması

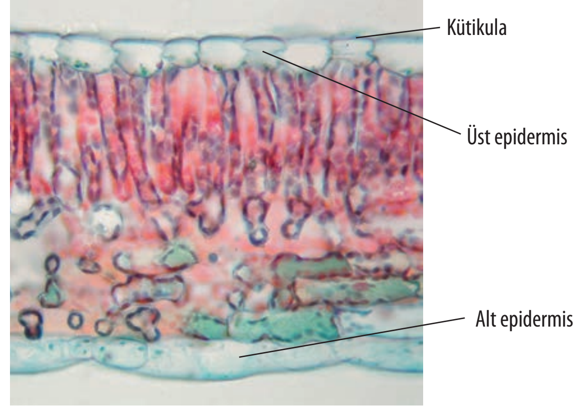
Ksilem (Odun Boruları)	Floem (Soymuk Boruları)
Ölü hücrelerden oluşur.	Canlı hücrelerden oluşur.
Hücrelerinde çekirdek ve sitoplazması yoktur.	Hücre çekirdeği ve sitoplazması vardır. (Kalburlu boru hücrelerinde sadece sitoplazma bulunur.)
Çeperleri lignin birikimi ile kalınlaşır.	Hücre çeperleri kalınlaşmamıştır.
Trake ve trakeitlerden oluşur.	Kalburlu boru ve arkadaş hücrelerinden oluşur.
Merkeze yakın olup kambiyumun içe doğru oluşturduğu iletim doku elemanıdır.	Kabuğun iç yüzeyine yakın olup kambiyumun dışa doğru oluşturduğu iletim doku elemanıdır.
Köklerle alınan su ve mineralleri (inorganik maddeleri) gövdeye ve yapraklara taşır.	Yaprakta oluşan besinleri, organik maddeleri, köklere; köklerde üretilen amino asitleri gövde ve meyveye taşır.
Taşıma aşağıdan yukarıya doğru tek yönlüdür. Yanal taşınım vardır.	Taşıma; aşağıdan yukarıya, yukarıdan aşağıya doğru olmak üzere çift yönlüdür. Yanal taşınım vardır.
Taşıma hızlıdır.	Taşıma yavaştır.
Madde taşınması pasif taşıma ile gerçekleşir.	Madde taşınması pasif ve aktif taşıma ile gerçekleşir.
Aralarındaki hücre duvarları tamamen erimiş, boru şeklini almıştır.	Aralarında hücre duvarları tamamen erimediği için kalburlu (delikli) görünür.
Bitkiye mekanik destek sağlar.	Bitkiye mekanik destek sağlar.

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Kalburlu boruları oluşturan hücrelerin mitokondri, çekirdek ve hücre iskeleti gibi yapılarını kaybetmesi bitkiye nasıl bir avantaj sağlar?

D. Örtü (Koruyucu) Doku Sistemi

Bitkinin tüm yüzeyini deri gibi örten, bitkiyi çevresel etkilere karşı koruyan, su kaybını engelleyen dokudur. Bitkiyi, böcek gibi canlılara ve mekanik etkilere karşı koruyarak ilk savunma hattını oluşturur. Epidermis ve peridermis (mantarlaşmış doku) olarak iki kısımda incelenir.



Görsel 3.22: Yaprağının enine kesitinde alt ve üst epidermis tabakası

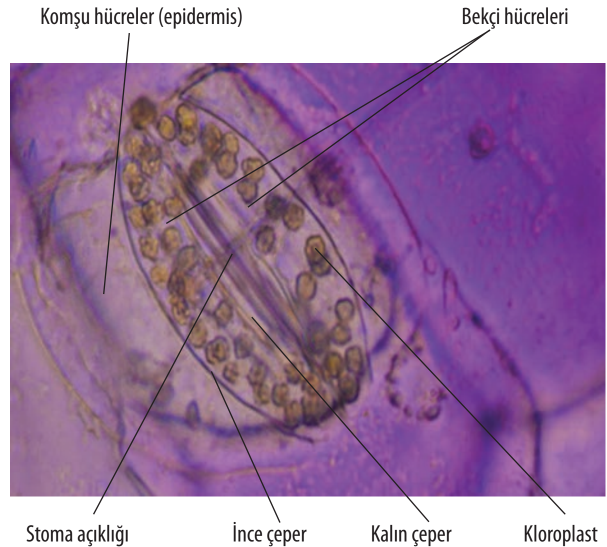
a) Epidermis: Otsu ve çok yıllık bitkilerin genç olan kök, gövde, yaprak gibi organlarının dış yüzeyini örten doku **epidermis** olarak isimlendirilir. Epidermis hücreleri az sitoplazmalı ve canlı hücrelerdir. Kloroplast içermez bu yüzden fotosentez yapmazlar. Genellikle tek sıralı hücre tabakasından oluşur ve hücreler arasında boşluklar bulunmaz. Görsel 3.22'de bitki yaprağının enine kesitinde alt ve üst epidermis tabakası görülmektedir.

Epidermis hücrelerinden salgılanan **kütin** denen mumsu maddenin hücrelerin dış çeperlerinde birikmesiyle **kütikula tabakası** meydana gelir. Bitki kökünde kütikula tabakası bulunmaz. Saydam ve mumsu olan bu tabaka hücresel bir yapı değildir. Kütikula tabakası ışığı geçirir ancak su geçirgenliği çok azdır. Su kaybına, mekanik etkilere, güneşin zararlı ışınlarına ve parazit canlıların saldırılarına karşı bitkiyi korur. Kalınlığı bitkinin yaşadığı bölgeye göre değişir. Kütikula tabakası kurak bölge bitkilerinde su kaybını azaltmak için kalın, nemli bölge bitkilerinde ise incedir.

Epidermis hücreleri farklılaşarak stoma (gözenek), tüy, emergens (diken) ve hidatot (su savağı) denilen yapıları oluşturur. Bu yapıların özellikleri, bitkide bulunduğu yerler ve görevleri aşağıda verilmiştir.

- **Stoma (Gözenek)**

Bitkinin yapraklarında ve genç bitki gövdelerinde epidermisin farklılaşmasıyla oluşan canlı hücrelerdir. Stoma hücreleri kloroplast taşıdığı için fotosentez yapar. Bitkilerin toprak altı kısımlarında stoma bulunmaz. Kurak ortam bitkilerinde su kaybını azaltmak için stomalar az sayıda ve genellikle yaprağın alt yüzeyinde bulunur. Stomalar nemli ortam bitkilerinde çok sayıda ve yaprağın her iki yüzeyinde, su bitkilerinde ise yaprağın üst yüzeyinde çok sayıda bulunur. Su bitkilerinin su içinde kalan kısımlarında stoma bulunmaz. Stomaların görevi, bitkinin gaz alışverişini ve terlemesini sağlamaktır. Terlemeyle su kaybına neden olarak ısı düzenlenmesini sağlar. Açılıp kapanarak terleme sonucu oluşan su buharını dışarı atar. Su, stomalardan gaz şeklinde atıldığından mineral ve tuz atılımı olmaz. Solunum sırasında havadan oksijen alınması ve oluşan karbondioksitin dışarı verilmesi stomalar ile gerçekleşir. Fotosentezde gerekli olan karbondioksitin atmosferden alınması ve oluşan oksijenin dışarı verilmesi yine stoma ile sağlanır. Stomalar çoğu bitkide gündüz açık, gece kapalıdır. Stoma şekilleri bitki türlerine göre değişiklik göstermekle birlikte genel olarak aynı kısımları içerir. Stomanın yapısı Görsel 3.23'te verilmiştir. Stoma, stoma açıklığı ve onu kuşatan bekçi hücrelerinden meydana gelir. Bekçi hücrelerinin çevresindeki epidermis hücreleri de komşu hücreler adını alır. Bekçi hücrelerinin stoma açıklığına bakan iç çeper bölgeleri dış çeperlerden daha kalındır.

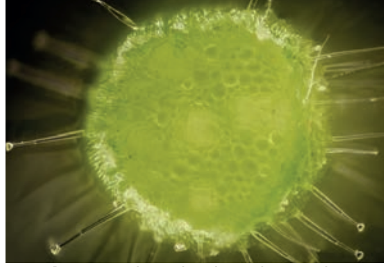


Görsel 3.23: *Tradescantia spathacea* (Tradeskentiya spateşa) bitkisinde stoma

- **Tüy**

Tüyler, epidermis hücrelerinin dışa doğru gelişmesiyle meydana gelen çıkıntılardır. Tüy hücreleri, epidermis hücreleri gibi kloroplastsızdır. Bir ya da birden fazla hücreden oluşabilir. Tüylerin örtü, savunma, salgı, tırmanma, emme gibi farklı görevleri vardır. Bitkide bulunan örtü tüyleri, güneş ışığını geri yansıtır ve bitkinin aşırı şekilde ısınmasını engeller (Görsel 3.24). Salgı tüyleri de hoş kokulu ve uçucu maddeler salgılar. Genelde çiçeklerde bulunan bu salgılar tozlaşma olayında etkilidir. Salgı tüyleri nane, sardunya vb. bitkilerde bulunur (Görsel 3.25). Kök emici tüyleri, kökün yüzey alanını artırarak topraktan daha fazla su ve mineral emilimini sağlar (Görsel 3.26). Tırmanma tüyleri, sarmaşık gibi bitkilerde tutunmayı sağlar. Isırgan otu bitkisinde bulunan tüyler savunmayı sağlar. Bu bitkinin savunma tüyünden yakıcı bir madde salgılanır. Yakıcı madde bitkiyi hayvanlara karşı korur.


Görsel 3.24: Örtü tüyleri


Görsel 3.25: Sardunyada salgı tüyleri, gövde enine kesiti


Görsel 3.26: Kökte emici tüyler

- **Hidatot (Su Savağı)**

Atmosfer neminin fazla ve terleme hızının düşük olduğu zamanlarda bitkideki fazla suyun atılmasını sağlayan, yaprak kenarlarında bulunan açıklıklara **hidatot** denir. Çilek, çimen gibi bazı otsu bitkilerde görülür. Hidatotlar, stomalar gibi açılıp kapanmaz. Bitkideki fazla su, hidatotlardan **gutasyon (damlama)** yoluyla sıvı hâlde dışarı atılır. Hidatotlar, ksilem borularıyla bağlantılıdır. Damlama olayı gerçekleştiğinde suyla beraber bir miktar mineral ve tuz da bitkiden atılır (Görsel 3.27). Gutasyon sıvısı, yoğunlaşmış atmosferik nemi oluşturan çiğ ile karıştırılmamalıdır.


Görsel 3.27: Hidatotlarda gutasyon olayı

- **Emergens (Diken)**

Bitkilerin hayvanlara karşı korunmasını ve savunmasını sağlayan diken şeklindeki çıkıntılardır. Emergensler yalnız epidermisten farklılaşan yapılar değildir. Epidermis ve epidermis altı hücrelerin yapılarına katılmasıyla oluşurlar. Örneğin gül bitkisinde emergensler epidermis ile korteksten gelişir ve iletim demeti içermez (Görsel 3.28). Gövdeden (akasya) ve yapraktan (kaktüs) farklılaşmış dikenler emergens değildir ve iletim demetleri içerir.


Görsel 3.28: Emergens

b) Periderm (Mantar doku): Çok yıllık odunsu bitkilerin kök ve gövdelerinde epidermisin yerini periderm adlı örtü doku alır. Mantar kambiyumu, mantar doku ve parankima hücreleri peridermi oluşturur. Mantar kambiyumu tarafından üretilen mantar hücreleri, **süberin** denen mumsu maddeyi çeperlerinde biriktirir ve ölür. Mantar dokusu bitkiyi mekanik etkilerden ve hastalık yapıcı patojen canlılardan korur. Ayrıca süberin su kaybına karşı da bitkiyi korur. Peridermde **lentisel (kovucuk)** adı verilen açıklıklar oluşur (Görsel 3.29).

- **Lentisel (Kavucuk)**

Gövde yüzeyinde ince yarıklar veya kabartılar şeklinde bulunur. Gövdede, dallarda ve bazı meyvelerin kabuk yüzeyinde bulunan Lentiseller, odunsu bir gövde veya kökteki canlı hücrelerin dış ortamla gaz alışverişi yapmalarını sağlar. Az da olsa gaz hâlinde su kaybına neden olur.


Görsel 3.29: Lentisel

Stoma, lentisel ve hidatotun karşılaştırılması Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Stoma, Lentisel ve Hidatotun Karşılaştırılması

Stoma	Hidatot	Lentisel
Epidermis farklılaşması ile oluşur.	Epidermis farklılaşması ile oluşur.	Peridermis farklılaşması ile oluşur.
Canlıdır.	Canlıdır.	Cansızdır.
Yaprak ve otsu gövdede bulunur.	Yaprakların kenarlarında ve uçlarında bulunur.	Çok yıllık bitkilerin odunsu gövdelerinde ve bazı meyvelerin kabuk yüzeyinde bulunur.
Kloroplast içerir ve fotosentez yapar.	Kloroplast içermez ve fotosentez yapmaz.	Kloroplast içermez ve fotosentez yapmaz.
Açılıp kapanabilir.	Daima açıktır.	Daima açıktır.
Su ve karbondioksit atar.	Mineralli su atar.	Sadece su atar.
Suyu gaz hâlinde atar (Terleme/ Transpirasyon).	Suyu sıvı hâlde atar (Damlama/ Gutasyon).	Suyu gaz hâlinde atar (Terleme/ Transpirasyon).

2. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.





Etkinliğin Adı	Epidermis ve Peridermden Farklılaşan Yapılar
Etkinliğin Amacı	Bitkilerdeki stoma, tüy, emergens (diken), lentisel yapılarını tanıyabilme.
Etkinliğin Süresi	40 + 40 dakika
Araç Gereç	Mor telgraf çiçeği yaprağı, nane, ısırgan otu, kök tüyü, gül dalı, elma, ayva, mikroskop, jilet, lam, lamel, su, damlalık, büyüteç, filtre kâğıdı, şeker

Uygulama

(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını sağlar.)

Yüzeysel Kesit Alma: Materyalin kabuk veya dış yüzeyinden sıyırma şeklinde alınan kesitlerdir.

- Telgraf çiçeği yaprağının alt ve üst yüzeyinden yüzeysel kesitler alınız. Aldığınız kesitleri ayrı lamlar üzerine koyup üzerlerine birer damla su damlatınız ve hava kabarcığı kalmayacak şekilde lamelleri objelerin üzerine kapatınız. En küçük objektifte görüntüyü netleştirdikten sonra adım adım objektifi büyütünüz. Görüntüleri defterinize çiziniz. Kapalı stoma incelemek için lamdaki suyu bir taraftan filtre kâğıdı ile çekerken diğer taraftan şekerli suyu damlalıkla veriniz.
- Isırgan otu, nane ve kök ucu tüylerinden enine kesitler alarak tüyleri mikroskopta inceleyiniz ve şekillerini defterinize çiziniz.
- Getirdiğiniz bitki örneklerinde lentisel, emergens ve tüy yapılarını makroskobik olarak büyüteç yardımıyla inceleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Mor telgraf çiçeği yaprağından aldığınız yüzeysel kesitlerde incelediğiniz stoma ve epidermis hücrelerinde hangi farklılıkları gözlemlediniz?

....

....

2. Farklı tüylü yapraklardan alınmış enine kesitlerde tüylerdeki benzerlik ve farklılıkları belirleyerek tüylerin yapıları ile görevleri arasında bir ilişki olup olmadığını tartışınız.
3. Lentisel ve emergensleri getirdiğiniz materyallerin hangilerinde tespit ettiniz?

....

....

4. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.



Bitkisel Organlar

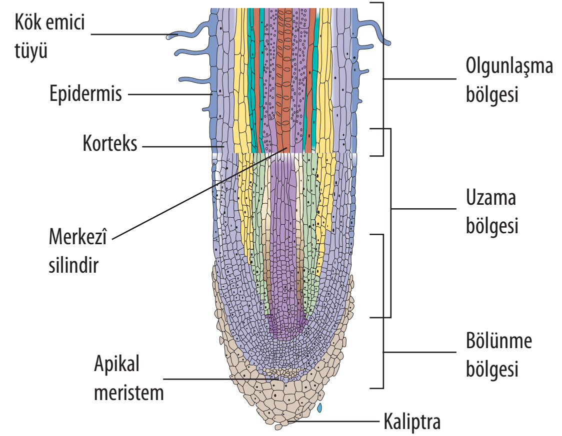
Bitkiler kök, gövde ve yapraklar olmak üzere üç temel organa sahiptir. Kök, bitkinin kök sistemi içinde yer alırken gövde ve yapraklar ise bitkinin sürgün sistemi içinde yer alır.

A. Kök

Kök, genellikle bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Kökün temel görevleri bitkiyi toprağa bağlamak, topraktan su ve mineralleri alarak bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlamak, besin maddelerini depolamak, destek sağlamak ve bazı bitki hormonlarını sentezlemektir.

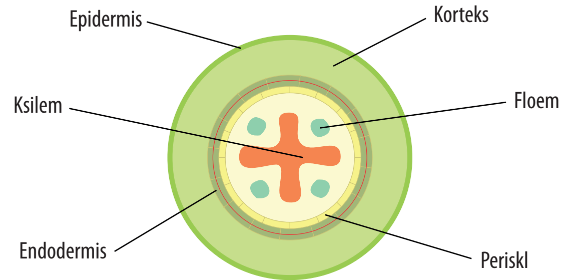
Kökün Yapısı

Kökün boyuna kesitinde net sınırlarla ayrılmayan hücre bölünme bölgesi, uzama bölgesi ve olgunlaşma bölgesi olarak adlandırılan üç bölge vardır (Görsel 3.30). Hücre bölünme bölgesinde primer meristem hücreleri bulunur. Yeni kök hücreleri ve kaliptra hücreleri bu kısımda üretilir. Kaliptra, kökün toprak içinde büyümesi sırasında kök ucunu korur. Ayrıca büyümekte olan kök ucu, çevresindeki toprağı gevşeten kaygan bir madde salgılayarak kökün toprak içinde rahat uzamasını sağlar. Uzama bölgesi, hücre uzamasının görüldüğü bölgedir. Buradaki hücreler bölünmez. Uç meristem hücrelerinin bölünerek oluşturduğu yeni hücreler hızla dikey yönde büyür. Böylece kökün uzaması gerçekleşir. Olgunlaşma bölgesindeki hücreler, farklılaşarak değişik hücre tiplerine dönüşür. Olgunlaşma bölgesinde en dış tabakadaki hücreler epidermis (örtü) tabakası olarak farklılaşır. En içteki hücreler ise ksilem ve floemden oluşan merkezî silindiri oluşturur. Merkezî silindir ile epidermis arasında kalan hücreler ise temel doku olarak farklılaşır.



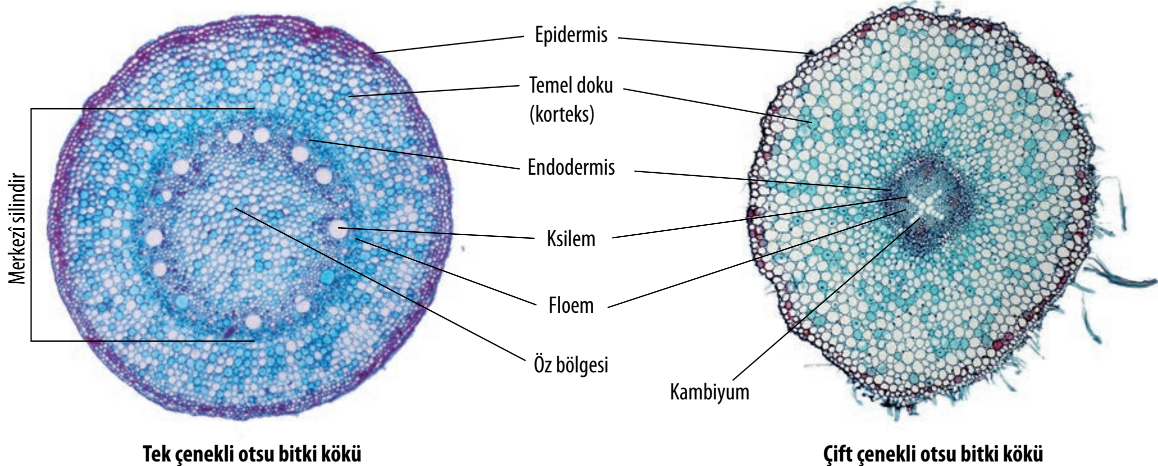
Görsel 3.30: Kökün boyuna kesiti

Çift çenekli bitki kökünün olgunlaşma bölgesinden alınan enine kesitte görülen temel yapılar Görsel 3.31'de gösterilmiştir.



Görsel 3.31: Çift çenekli bitki kökünün enine kesiti

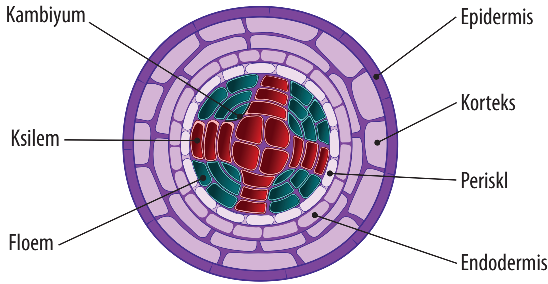
Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerin kökünün enine kesitinin mikroskobik görünümü Görsel 3.32'de gösterilmiştir.



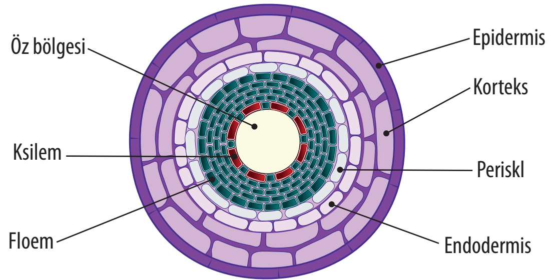
Görsel 3.32: Tek çenekli otsu bitki kökü ve çift çenekli otsu bitki kökünün enine kesitleri

Bitki kökünün enine kesitinde dıştan içe doğru sırasıyla kök emici tüyleri, epidermis, korteks, endodermis ve merkezî silindir görülür. **Kök emici tüyleri,** bitkinin kök yüzey alanını artırarak su ve minerallerin emilmesini sağlar. Ayrıca topraktan emilen suyun mineral içeriğini kontrol edip zararlı olanların hücreye girişini engeller. **Epidermis tabakası,** kök emici tüylerini oluşturan en dış tabakadır. Kök epidermisinde kütikula tabakası bulunmaz. Epidermisin altından merkezi silindire kadar olan bölüme **korteks** denir. Korteks, parankima hücrelerinden oluşur. **Endodermis**, su ve minerallerin iletim dokusuna seçilerek geçişini kontrol eden tek sıralı hücre tabakasıdır. Endodermisin iç tarafında **periskl** denen bir yapı bulunur. Periskl; meristematik özellik taşıyan, tekrar bölünebilen hücrelerden oluşmuştur ve yan kök oluşumunu sağlar. Periskl, lateral meristemin oluşmasında ve topraktan su ile alınan iyonların odun borularına taşınmasında görevlidir. Periskl altında da ksilem ve floemden oluşan merkezî silindir bulunur.

İletim dokunun merkezî silindirdeki dizilişi tek ve çift çenekli bitkilerde farklıdır. Çift çenekli bitkilerde açık iletim demeti (Görsel 3.33), tek çenekli bitkilerde kapalı iletim demeti (Görsel 3.34) bulunur.



Görsel 3.33: Çift çenekli bitki kökünde açık iletim demeti



Görsel 3.34: Tek çenekli bitki kökünde kapalı iletim demeti

Çift çenekli (dikotil) bitkilerde ksilem, kökün merkezinde yıldız şeklindedir. Floem, ksilemin yıldız şeklindeki kolları arasındadır. Ksilem ve floem arasında enine kalınlaşmayı sağlayan demet kambiyumu bulunur. Buna **açık iletim demeti** denir.

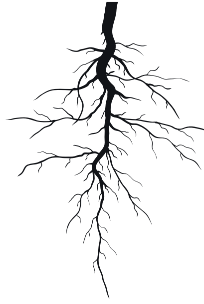
Tek çenekli (monokotil) bitkilerde kökün ortasında **öz bölgesi** bulunur. Ksilem ve floem bu öz bölgesinin etrafına dizilmiştir. Tek çenekli otsu bitkilerde enine kalınlaşmayı sağlayan demet kambiyumu yoktur. Buna **kapalı iletim demeti** denir.

Kök Çeşitleri

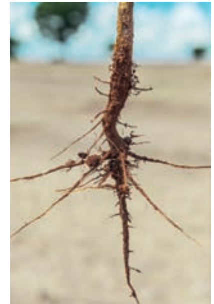
Bitkilerde başlıca iki tip kök sistemi bulunur. Bunlar kazık kök ve saçak köktür.

- **Kazık kök**

Dikey yönde çok iyi gelişmiş tek ana kök vardır. Ana kökten çıkan çok sayıda ve az gelişmiş yan kökler bulunur (Görsel 3.35). Kazık kök; elma, çam, söğüt, gül, havuç, şeker pancarı, lahana, bakla, gelincik, papatya, bamya, fasulye (Görsel 3.36) gibi bitkilerde bulunur.



Görsel 3.35: Kazık kök yapısı



Görsel 3.36: Soya fasulyesinde kazık kök yapısı

- **Saçak kök**

Ana kök gelişmemiştir. Bu kök tipinde genelde toprak yüzeyine yakın yerlerde dallanmış çok sayıda ince, uzun kökler bulunur (Görsel 3.37). Toprağa iyice yayılarak bitkinin sıkıca tutunmasını sağlar. Örneğin çim bitkisinin saçak kök sistemi, toprağı sıkıca tutarak erozyona karşı koruma sağlar. Soğan, buğday, arpa, yulaf, mısır, pırasa (Görsel 3.38) bitkilerinin kökleri saçak köke örnektir.

Bazı bitkilerin kökleri özelleşmiştir. Havuç, kereviz gibi bitkilerin kökleri besin depo eden **depo kök**lerdir.



Görsel 3.37: Saçak kök yapısı



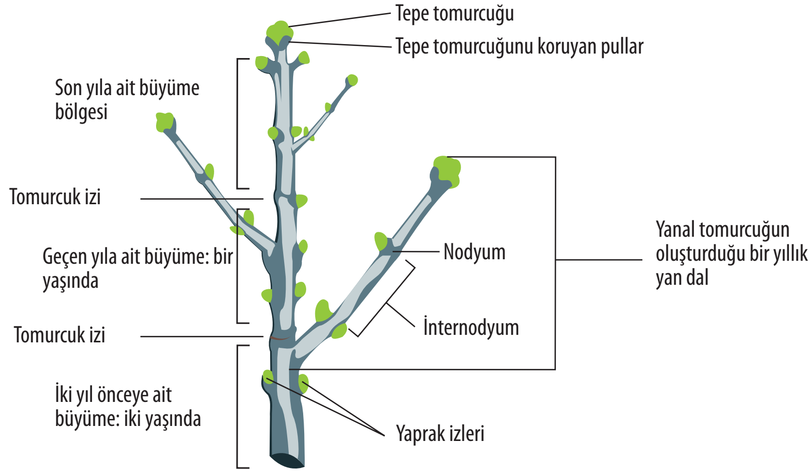
Görsel 3.38: Pırasada saçak kök

B. Gövde

Gövde, bitkinin toprak üstünde kalan sürgün sistemidir. Görevleri yaprak, çiçek, yan dallar, meyve, tomurcuk gibi kısımları taşımak, bu kısımları destekmek, kökler ile alınan su ve minerallerin en uçtaki yapraklara kadar iletilmesini sağlamak ve fotosentez sonucu sentezlenen besini bitkinin diğer organlarına iletmektir.

Çiçekli bitkilerde gövde ve iletim demetleri çok gelişmiştir. Yapraklar gibi genç bitkilerin klorofil taşıyan gövdeleri de fotosentez yapar. Ayrıca bazı bitkilerin gövdeleri depolama, tırmanma, eşeysiz üreme vb. görevleri yapabilmek için özelleşmiştir.

Bitki gövdesinde bulunan yapılar ve büyüme noktaları Görsel 3.39'da gösterilmiştir.



Görsel 3.39: Bitki gövdesinde bulunan yapılar ve büyüme noktaları

Koruyucu pullarla kuşatılmış olan tepe tomurcuğu sayesinde gövde boyuna uzar. İlkbaharda tepe tomurcuğunu koruyan pullar dökülür ve yeni bir primer büyüme başlar. Tepe tomurcuğu, bir yıl büyüdükten sonra koruyucu pullarla yeniden kaplanır. Bu oluşan pulların izleri, tomurcuk izi olarak halkalar şeklinde gözlenebilir. İki tomurcuk izi arasındaki boyca uzama bölgesi bir yıllık boyuna uzama bölgesini oluşturur. Bitkinin boyca uzaması, güneş ışığından daha çok yararlanmasını sağlar. Tepe kısmından budanmış ağaç, çalı ve üst kısımları koparılmış ev bitkilerinin boyca uzamamasının nedeni bitki tepe tomurcuklarının zarar görmesidir.



Görsel 3.40: Yanal tomurcuk (koltuk altı tomurcuğu)

Bitkinin gövdesi üzerinde yaprağın bağlandığı noktaya **nodyum (düğüm)**, iki nodyum arasında kalan bölgeye de **internodyum (düğümler arası bölge)** denir. Yaprak sapının gövdeye bir açı oluşturarak bağlandığı bölgede çiçek, dal veya yaprak verebilecek yanal tomurcuk (koltuk altı tomurcuğu) bulunur (Görsel 3.40).

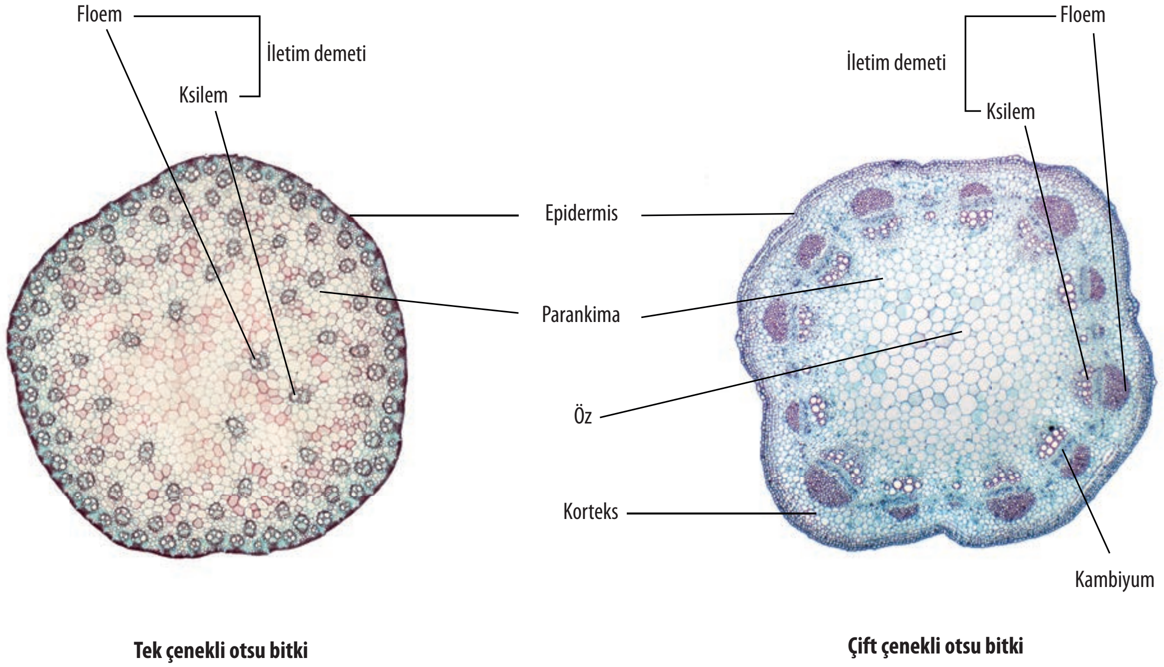
Yanal tomurcukta bulunan meristemlerin bölünmesiyle gövdede yaprak taşıyan dallar oluşur. Sonbahar başlarında nodyumda bulunan yapraklar dökülür ve burada yaprak izi oluşur. Gövde üzerindeki tomurcukların faaliyetleri mevsime bağlıdır. Koşullara göre tomurcukların bir kısmı aktifken bir kısmı pasif kalır ya da uyur. .Apikal (uç) tomurcuğun koltukaltı tomurcuklarının gelişimini baskılamasına **apikal dominansi** denir.

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Normal şartlarda bitkilerin tepe tomurcuklarının aktif, yan dal tomucuklarının ise pasif halde olmasının nedeni nedir? Düşüncelerinizi söyleyiniz.

İletim demetlerinin gövdedeki yerleşimi tek çenekli ve çift çenekli bitkilerde farklıdır.

Görsel 3.41'de tek ve çift çenekli bitkilerin gövdesinden alınan enine kesitte iletim demetlerinin yerleşimi görülmektedir.



Görsel 3.41: Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerde gövde enine kesitinde görülen yapılar

Tek çenekli bitkilerin gövdesinde kambiyum dokusu olmadığı için iletim demetleri dağınık hâldedir ve bu bitkiler enine büyümez. Tek çenekli bitkilerde kökün aksine gövdede temel doku korteks ve öz bölümleri şeklinde ayrılmamıştır. Çift çenekli bitkilerin gövdesinde ise iletim demeti, kambiyum etrafında düzenli olarak sıralanmıştır. Kambiyumun dış kısmında floem, iç kısmında ksilem bulunur. Çift çenekli bitkilerin gövdesinde korteks ve öz bölgesi bulunur. Çift çenekli bitkilerde gövdedeki kambiyum gelişimi, primer ksilem ve primer floem arasında başlar. Her yıl belirli mevsimlerde hücre bölünmeleriyle yeni odun (sekonder ksilem) ve soymuk borularını (sekonder floem) oluşturur. Kambiyum, sürekli olarak sekonder ksilem ve sekonder floem eklemesi yaparak enine kalınlaşmayı sağlar.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Cossus cossus (Kosus kosus) larvaları; kestane, kiraz, elma, armut ve söğüt ağaçlarının toprağa yakın gövde ve dallarında galeriler açarak bu bitkilere zarar verir. *Phragmacossia albida* (Fregmakosiya albida) larvaları ise enginar kökleri içinde galeri açarak beslenir. Bu larvalar bitki köklerinin içini oyarak bitkilerin çürümesine neden olur. İçi oyulan bitki kökü bir süre sonra çürür. (Kestane ve enginar çift çenekli bitkilerdendir.)

1. *Cossus cossus*, kestane ağacının gövdesinin dışından merkezine ulaşıncaya kadar sırayla hangi dokulara ve tabakalara zarar verir?

   ....

   ....

2. Enginar bitkisinin köküne en dış tabakadan giren *Phragmacossia albida*'nın kök merkezine ulaşıncaya kadar zarar verdiği doku ve tabakaları sırasıyla yazınız.

   ....

   ....

3. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.





Etkinliğin Adı	Bitkilerde Kök ve Gövde Yapısı
Etkinliğin Amacı	Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerde kök ve gövde yapısındaki mikroskobik farklılıkları gözlemleyip karşılaştırabilme.
Etkinliğin Süresi	40 + 40 dakika
Araç Gereç	Mikroskop, lam, lamel, jilet, çimlendirilmiş fasulye, çimlendirilmiş buğday, asetokarmin, damlalık

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını sağlar.)

- Çimlendirilmiş fasulye ve buğday kökünden ayrı ayrı enine kesitler alınız. Aldığınız kesitleri ayrı ayrı lamlar üzerine yerleştiriniz. Kesitlerin üzerine bir damla asetokarmin damlatıp lameli kapatınız. En küçük objektifte görüntüyü netleştirdikten sonra adım adım objektifi büyütünüz. Gördüğünüz şekli defterinize çiziniz.
- Bir önceki basamakta yaptığınız işlemleri çimlendirilmiş fasulye ve buğday gövdesinden aldığınız enine kesitler için de uygulayınız.

Sonuçlandırma

1. Çizdiğiniz şekilleri inceleyiniz ve kitabınızdaki tek çenekli ve çift çenekli bitki kök ve gövdelerine ait enine kesitlerle ile karşılaştırınız.

....

....

2. Tek çenekli ve çift çenekli bitki kök ve gövdeleri arasında gözlemlediğiniz temel farklılıklar nelerdir?

....

....

3. Kök ve gövde kesitlerinde hangi bitki dokularını görebildiniz?

....

....

4. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.



Gövde Çeşitleri

Tohumlu bitkilerde otsu ve odunsu olmak üzere iki çeşit gövde vardır. Otsu gövdelerde boyca büyüme görülür. Bazı otsu gövdeler hariç genelde enine kalınlaşma gerçekleşmez. Odun ve kabuk yapıları bulunmaz. Otsu gövdeli bitkiler tek çenekli ya da çift çenekli olabilir. Tek çenekli bitkilerden buğday, lale, zambak, mısır, çim otsu gövde yapısındadır (Görsel 3.42). Papatya, ayçiçeği, bezelye gibi bitkiler ise çift çenekli otsu bitki örnekleridir (Görsel 3.43). Odunsu gövdeler ise kalın yapılıdır ve koruyucu bir kabuk bulundurur. Çift çeneklilerin çoğunda odunsu gövde vardır. Odunsu gövdeli bitkilerde hem enine hem de boyuna büyüme görülür. Enine büyüme sonucunda gövdede yaş halkaları meydana gelir. Elma ağacı, kayısı ağacı odunsu gövdeye sahip çift çenekli bitkilere örnektir (Görsel 3.44).


Görsel 3.42: Çimde tek çenekli otsu gövde


Görsel 3.43: Papatyada çift çenekli otsu gövde

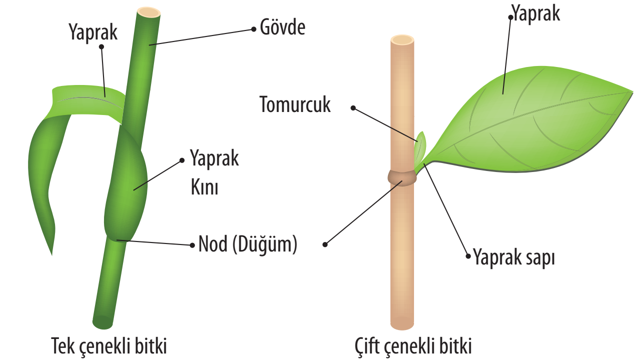

Görsel 3.44: Elma ağacında odunsu gövde

Bazı bitkilerin gövdeleri farklı görevleri yapmak için özelleşmiştir. Örneğin patates besin depo eden **yumru gövdeye,** çilek **sürünücü gövdeye,** asma **sarılıcı (sülük) gövdeye,** kaktüs ise su depo eden **depo gövdeye** sahiptir.

C. Yaprak

Yaprak; bitkilerde fotosentez, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği organdır. Bazı bitki türlerinde destek, koruma, depolama gibi işlevleri de vardır. Bazı çok yıllık bitkilerde yapraklar sonbaharda dökülür. Yaprak hücrelerinde kofulda biriktirilen atık maddeler, yaprakların dökülmesiyle bitkiden uzaklaştırılır ve boşaltım olayı gerçekleşmiş olur.

Genel olarak yaprak, yaprak sapı ve yaprak ayasından oluşmuştur.



Görsel 3.45: Tek ve çift çenekli bitkilerde yaprağın gövdeye bağlanma şekli

Yaprak sapı, yaprağı gövdedeki nodyuma bağlar. Gövdeden gelen iletim demetlerinin yaprağa geçişini sağlar. Yaprak sapı genellikle çift çenekli bitkilerde bulunur. Arpa, buğday vb. tek çenekli bitki türlerinde yaprak sapı bulunmaz ve bu bitkilerde yaprak ayası doğrudan gövdeye bağlıdır (Görsel 3.45). Palmiyeler tek çenekli bitkiler olmasına rağmen palmiyelerin yaprak sapları vardır.

Yaprak ayası, yaprağın yassılaşmış ince ve yeşil kısmıdır. Fotosentezin en çok gerçekleştiği yerdir. Yaprak ayasının büyüklüğü arttıkça bitki güneş ışığından daha fazla yararlanır ve daha fazla terleme meydana gelir. Terlemenin çok olması bitkide su kaybını artırır. Bu nedenle bitkinin yaşadığı ortam kuraksa yaprak ayası küçük, nemliyse yaprak ayası büyüktür.

Farklı bitki türlerinde farklı yaprak şekilleri vardır. Yaprak, parçalanmamış tek yaprak ayasından oluşursa **basit yaprak** (Görsel 3.46); iki veya daha fazla sayıda küçük yaprakçıktan oluşursa **bileşik yaprak** adını alır (Görsel 3.47).


Görsel 3.46: Basit yaprak

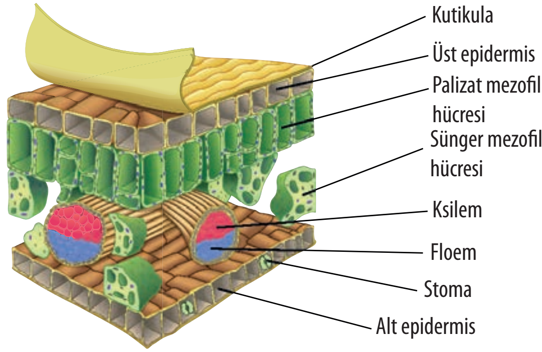

Görsel 3.47: Bileşik yaprak

Yapraklarda iletim demetleri çeşitli şekillerde dallanarak yaprak damarlarını oluşturur. Damarlanma tek çenekli ve çift çenekli bitki yapraklarında farklıdır. Tek çenekli bitkilerin yapraklarında paralel damarlanma görülür. Bu damarlanmada kalın bir orta damara paralel uzanan yan damarlar vardır (Görsel 3.48). Çift çenekli bitkilerde ise genel olarak damarlar bir ağ sistemi oluşturur. Bu damarlanma yaprak ayasının ana damarından (orta damar) çıkan ve çok fazla dallanarak ince kollara ayrılmış damarlar şeklindedir (Görsel 3.49).

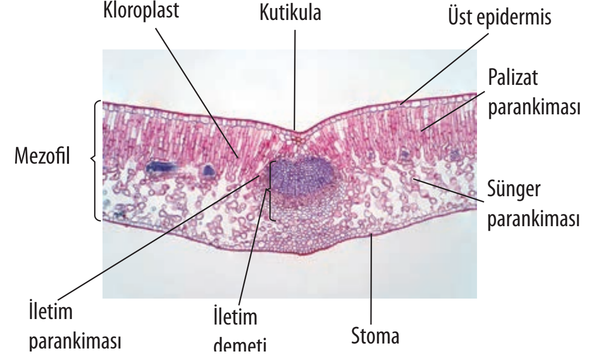

Görsel 3.48: Mısır yaprağında paralel damarlanma


Görsel 3.49: Asma yaprağında ağsı damarlanma

Yaprağın enine kesitinde üç doku sistemi görülür. Bunlar örtü doku, temel doku ve iletim dokudur. Yaprağın enine kesitinin üç boyutlu yapısı Görsel 3.50'de, mikroskop görüntüsü Görsel 3.51'de gösterilmiştir.



Görsel 3.50: Yaprağın enine kesitinin üç boyutlu yapısı



Görsel 3.51: Yaprağın enine kesitinin mikroskobik görüntüsü

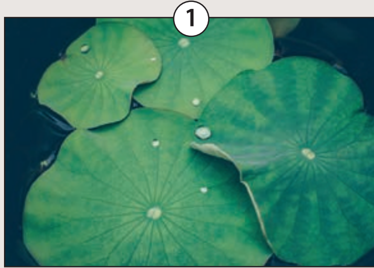
Örtü doku, yaprağın alt ve üst yüzeyini örter. Örtü doku genelde tek sıralı epidermis hücrelerinden oluşur. Bu hücrelerde genel olarak klorofil bulunmaz. Epidermis üzerinde bitkinin su kaybını engelleyen kütikula tabakası vardır. Mumsu kütikula, stomalar tarafından kesintiye uğrar. Kütikula şeffaf yapıda olduğu için güneş ışığının geçmesini engellemez. Karada yaşayan bitkilerin çoğunda üst epidermisteki stoma çok az sayıdadır ya da hiç yoktur. Alt epidermisteki stoma sayısı ise üst epidermise göre daha fazladır.

Temel doku, üst ve alt epidermis arasında kalan ve mezofil olarak adlandırılan bölümdür. Mezofil, kloroplast bulunduran palizat parankiması ve sünger parankiması hücrelerinden oluşur. Üst epidermisin altında yer alan uzun, silindir şeklindeki palizat parankiması hücrelerinde fotosentez yoğun olarak gerçekleşir. Palizat parankimasının alt bölümünde sünger parankiması bulunur. Kloroplast miktarı, palizat parankimasından daha azdır. Sünger parankimasının hücreleri düzensiz şekillidir ve hücreler arasında geniş boşluklar vardır. Boşlukların içi, sürekli hava ve su buharı ile doludur. Bu sayede gaz alışverişi ve terleme verimli gerçekleşir.

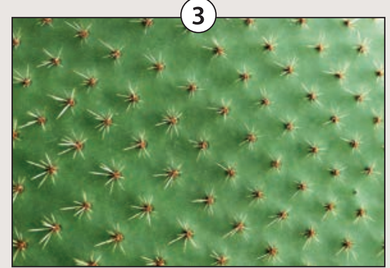
İletim dokusu (odun ve soymuk boruları), yaprakta mezofil hücreleri arasında yer alır. Su ve besin taşınmasını sağlayan damar yapısıdır. Her bir yaprağın iletim dokusu gövdedeki iletim demetinin devamıdır. Damarlar, mezofilde alt dallara ayrılarak dallanır. Oluşan bu ağ sistemi mezofildeki palizat ve sünger parankiması ile yakın temas sağlar.

SIRA SİZDE

Aşağıda numaralandırılmış yaprak örneklerinin fiziksel özelliklerinden yola çıkarak bu yapraklara sahip bitkilerin yaşadıkları ortamları tahmin edip gerekçelerini aşağıdaki boşluklara yazınız.







1. ....

....

2. ....

....

3. ....

....

4. Etkinlik Laboratuvar

Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.





Etkinliğin Adı	Yaprak Çeşitleri ve Yaprağın Anatomik Yapısının İncelenmesi
Etkinliğin Amacı	Yaprak çeşitlerini ve yaprak yapısını tanıyabilme.
Etkinliğin Süresi	40 dakika
Araç Gereç	Farklı bitkilere ait yaprak örnekleri, lam, lamel, mikroskop, jilet, su, damlalık

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını sağlar.)

- Çevreden topladığınız farklı bitki yapraklarını inceleyiniz. Yaprakları şekillerine, damar yapılarına, kütikula kalınlığı gibi özelliklerine göre sınıflandırınız.
- Tek çenekli ve çift çenekli yaprak örneklerinden enine kesitler alınız. Aldığınız kesitleri lam üzerine koyup üzerine bir damla su damlatınız ve hava kabarcığı kalmayacak şekilde lameli objenin üzerine kapatınız. En küçük objektifte görüntüyü netleştirdikten sonra adım adım objektifi büyütünüz. Büyük objektifte sabitlediğiniz görüntüyü defterinize çiziniz.

Sonuçlandırma

1. İncelediğiniz yaprakların morfolojik özelliklerine bakarak bitkinin yaşadığı ekolojik ortamı tahmin ediniz. Tahminlerinizi aşağıdaki boşluklara yazınız.

....

....

2. Tek çenekli ve çift çenekli bitkilere ait yapraklardan aldığınız enine kesitlerde hangi dokuları gözlemlediniz? Bu dokuların görevlerini yazınız.

....

....

3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

Bitkiler bulundukları iklim koşullarına göre farklı morfolojik özellikler gösterir. Bu özelliklerden bazıları Tablo 3.5'te verilmiştir. Bu özellikler geneli yansıtmamaktadır. Bu tablodaki özelliklere uymayan bitkiler de bulunabilir.

Tablo 3.5: Nemli ve Kurak Bölge Bitkilerinin Farklı Özellikler Açısından Karşılaştırılması

Özellik	Nemli Bölge	Kurak Bölge
Kök çeşidi	Saçak kök	Kazık kök
Kök ozmotik basıncı	Düşük	Yüksek
Kök emici tüy sayısı	Az	Çok
Yaprak ayası	Geniş	Dar
Yapraktaki tüy sayısı	Az	Çok
Kütikula kalınlığı	İnce	Kalın
Gövde yapısı	Uzun	Kısa
Stoma sayısı	Çok	Az
Stoma büyüklüğü	Büyük	Küçük
Stoma açıklığı	Çoğu zaman gün boyu açıktır.	Çoğu zaman gün boyu kapalıdır.
Stoma konumu	Yaprağın her iki yüzündedir.	Genellikle yaprağın altındadır.

Kökünden, Gövdesinden ve Yapraklarından Yararlanılan Bitkiler

İlk çağlardan kalan arkeolojik bulgulara göre insanlar beslenmek, barınmak, ısınmak, yaralarını iyileştirmek ve hastalıklarını tedavi etmek için bitkilerden faydalanmışlardır. Günümüzde de bitkiler aynı amaçlarla kullanılmaktadır.

Bitkiler, içerdikleri etkili bileşikler nedeniyle hastalıkların tedavisinde de kullanılır. Tedavi ve hastalıkları önleyici olarak ilaç yapımında kullanılan bitkilere **tıbbi bitkiler** adı verilir. Bitkilerin genellikle yaprak, çiçek, tohum, kök, kabuk gibi kısımları bu amaçla kullanılmaktadır. Lokman Hekim ve İbn-i Sina yaşadıkları dönemde çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde tıbbi bitkileri kullanmışlardır. Latince ismiyle Canon Medicinae (Tıp Kanunu) olarak da bilinen İbn-i Sina'nın 14 ciltlik tıp ansiklopedisi 17 dile çevrilmiştir. Günümüzde modern tıpta da kullanılan pek çok ilaç bitkilerden elde edilmektedir. **Farmasötik botanik** tıbbi bitkilerin bitki sistematiğindeki yerini esas alarak; yapılarını, dünya üzerindeki yayılışlarını, ilaç yapımında kullanılan kısımlarını, bu kısımların kullanım şekillerini, etkilerini ve etken maddelerini inceleyen bilim dalıdır.

İnsanlar genel olarak bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, tohum gibi kısımlarından yararlanırlar.

Havuç, turp, kereviz, şalgam, salep, meyan kökü, zencefil, şeker pancarı vb. kökünden yararlanılan bitkilerdir. Salep, orkide bitkisinin kökünden elde edilir ve dondurma yapımında kullanılır. Meyan bitkisinin kökü tatlı yapımında kullanılır. Ayrıca balgam söktürücü özelliği ile de solunum yolu hastalıklarının tedavisinde etkilidir. Zencefil kökü (Görsel 3.52), bağışıklık sistemini güçlendirir. Şeker pancarından şeker üretilir.



Görsel 3.52: Zencefil kökü

Patates, yer elması, tarçın, söğüt, sığla, çam, kavak, ceviz, köknar, kauçuk, keten vb. bitki gövdesinden yararlanılan türlerdir. Besin olarak yararlanılan patates bitkisinin yumru gövdesinden de nişasta elde edilir. Tarçın baharat olarak sığla yağı, kozmetik ürün ve ilaç yapımında kullanılır. Söğüt ağacının kabuğundan ateş düşürücü ilaçlar üretilir. Çam, kavak, ceviz, köknar gibi dayanıklı bitki gövdelerinden kereste elde edilir. Kauçuk ağacının gövdesinden elde edilen kauçuk ağacı öz suyu (lateks) (Görsel 3.53) lastik yapımında kullanılır. Çam gibi reçineli bitkilerin gövdelerinden cila, vernik, sabun ve dezenfektan madde üretiminde yararlanılır. Keten bitkisinin gövde lifleri bazı kumaşların yapımında kullanılmaktadır.



Görsel 3.53: Kauçuk ağacı gövdesinden lateks elde edilmesi

Pırasa, soğan, sarımsak, ıspanak, lahana, dereotu, tere, roka, marul, semizotu, pazı, asma, ebegümeci, biberiye, defne yaprağı, nane vb. bitkiler yapraklarından yararlanılan bitki türleridir. Soğan, pırasa gibi bitkilerin etli yaprakları besin olarak tüketilmektedir. Defne yaprağı (Görsel 3.54), nane, kekik vb. aromatik özellik taşıyan bitkilerin yaprakları baharat olarak kullanılır. İçecek olarak kullanılan çay, bitkinin yaprağından elde edilir. Nane yaprakları, kekik yaprakları, ada çayı yaprakları (Görsel 3.55) solunum yolu hastalıklarının tedavisinde ilaç olarak kullanılır. *Aloe vera* bitkisinin yaprağı, içeriğindeki aromatik ve uçucu yağlardan dolayı cilt bakım ürünleri ve parfüm üretiminde kullanılır.



Görsel 3.54: Defne yaprağı

Bugün yeryüzünde bulunan bitki türü sayısının 250 000-500 000 arasında olduğu kabul edilmektedir. Türkiye florasındaki tür sayısı ise 13.055'tir. Bunlardan 3035 tanesi endemik türdür. Anadolu'da bulunan bitkiler geçmişten günümüze miras bırakılan büyük bir hazinedir. Bu hazinenin gelecek kuşaklara ulaşması ve doğru kullanılması için bitkileri toplayan ve kullanan kişiler mutlaka bilinçli olmalıdır.



Görsel 3.55: Ada çayı

ARAŞTIRINIZ

Yaşadığınız bölgeye özgü endemik bitkileri araştırıp bu bitkilerin fotoğraflarını çekiniz. Çektiğiniz fotoğrafları sosyal bir ağ üzerinden paylaşınız.

3.1.2. BİTKİ HORMONLARI

Bir organizmanın belirli bir bölümünde çok az miktarlarda üretildikten sonra hedef hücrelerde özel bir reseptöre bağlanarak o hücrelerde yanıtları tetikleyen organik yapılı kimyasal maddelere **hormon** denir. Az miktarda üretilmesine rağmen hedef hücrelerde büyüme, gelişme ve metabolik faaliyetler üzerinde hormonların etkisi büyüktür. Hormonlar, en çok etkiyi optimum (en uygun) seviyeye ulaştığında gösterir. Optimum değerin altında veya üzerindeki hormon miktarı, anormalliklere neden olur. Bitkilerde doku ve organlar arasındaki koordinasyon hormonlarla sağlanır. Bitkisel hormonlar aktif büyüme gösteren kök ve gövde uçlarında, tohumlarda, meyvelerde ve genç yapraklarda yer alan hücreler tarafından sentezlenir. Hormonların bir kısmı üretildiği dokuda, bir kısmı bitkinin farklı bölgelerine taşınarak orada etkili olur. Hormonlar bitkilerde çimlenme, hücre bölünmesi, büyüme ve gelişme, vücuttaki su ve mineral dengesinin düzenlenmesi, çiçek açma, meyve oluşumu, yaprak dökümü, stomaların açılıp kapanması, ışığa yönelim, yaşlanma, tohum ve tomurcukların uyku hâlinde kalması (dormansi), bitkinin kış koşullarına uyum sağlaması gibi büyüme ve gelişim süreçlerinde etkilidir. Hormonlar, bitkilerde doğal olarak sentezlenebildiği gibi laboratuvar ortamında sentetik olarak da üretilebilir.

Başlıca bitkisel hormonlar; oksin, giberellinler, sitokininler, absisik asit ve etilendir. Oksin, bitkilerde keşfedilen ilk hormondur. Bu hormonlardan oksin, sitokinin ve giberellin hormonları genellikle büyümeyi teşvik ederken etilen ve absisik asit, büyümeyi yavaşlatır veya engeller. Bitkisel hormonlar ile ilgili bilgiler Tablo 3.6 'da verilmiştir.

Tablo 3.6: Bitkisel Hormonlar

Bitkisel Hormonlar	Bitkide Bulunduğu ve Üretildiği Yerler	Başlıca Özellikleri ve Görevleri
ABSİSİK ASİT (ABA)	Neredeyse tüm bitki hücreleri absisik asit sentezleme yeteneğindedir. Floem veya ksilemde taşınabilir.	• Kuraklık stresi sırasında stomaların kapanmasını teşvik eder. • Tohumun uyku durumunda (dormansi) kalmasını sağlar. • Erken çimlenmeyi engeller. • Yaprak yaşlanmasını sağlar. • Meristem hücrelerinde bölünmenin durmasına ve tomurcukların kın ile çevrilmesine neden olur.
ETİLEN	Gaz hâlindeki bu hormon tüm hücrelerde üretilir. Yaralanma gibi stres durumlarında sentezi artar.	• Pek çok meyvede nişastanın şekere dönüşmesini sağlayarak meyvenin olgunlaşmasını sağlar. • Yaprak dökülmesini teşvik eder. • Yatay büyüme ve yanal genişlemeyi sağlarken gövde uzamasını engeller. • Kök ve kök emici tüylerin oluşumunu artırır. • Yaşlanmayı hızlandırır. • Bitkilerde kuraklık, mekanik basınç ve enfeksiyon gibi streslere çözüm olarak üretilir.

Bitkisel Hormonlar	Bitkide Bulunduğu ve Üretildiği Yerler	Başlıca Özellikleri ve Görevleri
OKSİN–İNDOL ASETİK ASİT (IAA)	Bitkinin sürgün uçlarında, genç yapraklarında, gelişmekte olan meyve ve tohumlarında sentezlenir. Genelde sürgün sisteminde üretilse de kök meristemleri de oksin üretir.	• Sadece düşük konsantrasyonlarda gövde uzamasını uyarır ve hücrelerin uzamasını sağlar. • Yan kök oluşumunu uyarır. • Bitkinin ışığa ve yer çekimine yönelmesinde görev alır. • Kambiyum hücrelerinin bölünmesini uyarır ve sekonder meristemi aktif hâle getirir. İletim demetinin farklılaşmasını sağlar. • Yaprak dökülmesini geciktirir. • Meyve gelişimini uyarır, meyvelerin dökülmesini engeller. • Oksinin sentetik olarak üretilen bazı çeşitleri, yabani ot mücadelede kullanılır. • Doku kültürü ile bitki üretiminde kullanılır. • Fazla salgılanması etilen üretimini uyardığı için büyümeyi durdurur.
SİTOKİNİNLER	Genelde köklerde sentezlenir ve diğer organlara taşınır.	• Sürgünlerde ve köklerde hücre bölünmesini düzenler. • Yanal tomurcuk gelişmini teşvik eder. • Besin maddelerinin depo dokulara taşınmasını artırır. • Yaprak yaşlanmasını geciktirir. • Tohum çimlenmesini uyarır. • Klorofil sentezini uyarır. • Oksin ile hücre bölünmesini ve farklılaşmayı uyarır. Büyüme ortamında oksin ve sitokinin hormonları uygun miktarda olduğunda bitki hücreleri hızlı bir şekilde bölünmeye başlar. Oksin hormonu fazla, sitokinin hormonu az olduğunda bitkinin kök gelişiminin fazla olduğu gözlenmiştir. Sitokinin hormonunun fazla, oksin hormonunun az olduğu durumlarda ise sürgün sisteminin gelişiminin fazla ve kök gelişiminin az olduğu gözlemlenmiştir.
GİBERELLİNLER	Uç tomurcuklarda, kök meristemlerinde, genç yapraklarda, gelişmekte olan tohumlarda üretilir.	• Tohum gelişimini ve çimlenmeyi artırır. Gövdenin uzamasını, polen gelişimini, meyvenin büyümesini sağlar. • Gençlik evresinden olgunlaşmaya geçişi sağlar. • Kök büyümesi üzerinde etkisi çok azdır. • Bazı bitkilerde çiçeklenmeyi uyarır. • Oksin hormonu ile birlikte bitkide meyve oluşumunda görev yapar.

3.1.3. BİTKİLERDE HAREKET

Canlılar besin bulmak, düşmanlardan ve zararlı maddelerden uzaklaşmak, eş bulmak, haberleşmek gibi birçok faaliyet için hareket ederler. Hayvanlar genellikle çevresel uyaranlara hareketle tepki verirken, bitkiler bunu büyüme ve gelişmeyi değiştirerek yapar. Bitki dokularında çevreden gelen etkilere karşı tepkiler uyarıların algılanması, uyarının iletimi ve uyarıya fizyolojik cevabın verilmesi şeklinde gerçekleşir.

Bitkilerde tropizma ve nasti olmak üzere iki çeşit hareket görülür.

a) Tropizma hareketleri: Bitkinin büyüyen ve uzayan kısımlarında oksin hormonunun düzensiz dağılımı sonucu ortaya çıkan ve asimetrik büyümeden kaynaklanan yönelme hareketlerine **tropizma hareketleri** denir. Tropizma hareketleri uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleşir. Uyarının geldiği yöne doğru gerçekleşen hareket **pozitif tropizma**, uyarının tersi yönünde gerçekleşen hareket **negatif tropizma** olarak adlandırılır. Uyaranın çeşidine göre tropizma hareketleri fototropizma, gravitropizma (geotropizma), hidrotropizma, travmatropizma, kemotropizma, tigmotropizma (haptotropizma) olarak gruplandırılır.

- **Fototropizma**

Bitkilerin ışık uyaranına karşı gösterdiği yönelme hareketidir. Örneğin günebakan bitkisinin ya da cam kenarına konan çiçeğin güneşe doğru yönelmesi fototropizma hareketidir. Bitkinin ışık kaynağına doğru yönelim göstermesi **pozitif fototropizma**, ışık kaynağından uzaklaşması ise **negatif fototropizma** olarak adlandırılır. Köklerde negatif fototropizma, gövdede ise pozitif fototropizma görülür. Fototropizmada oksin hormonu etkilidir.

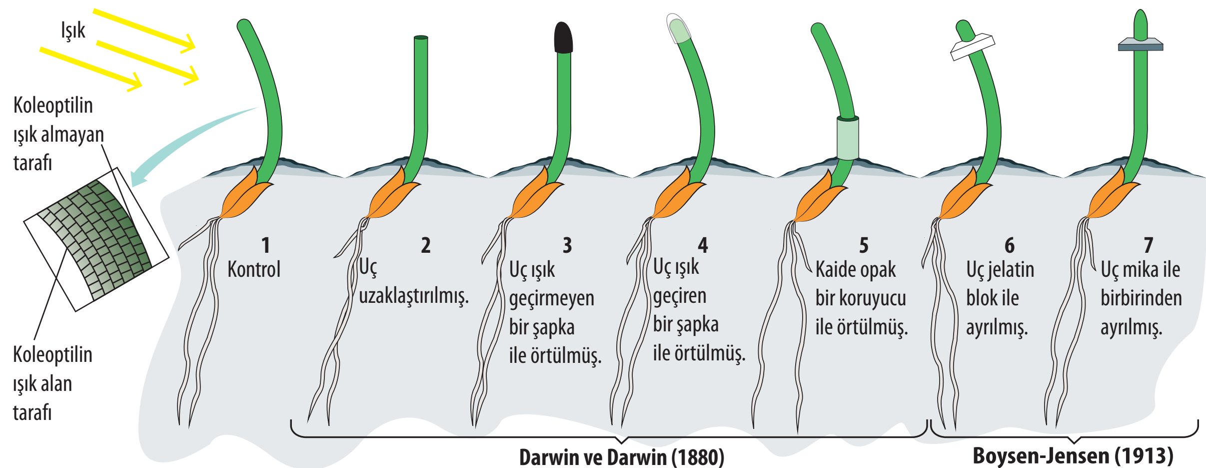
Fototropizmada Oksin Hormonunun Etkisi

Bitkilerin ışık yönünde nasıl büyüdüğüne ilişkin araştırmalar, oksin hormonunun keşfine yol açmıştır. Bilim insanları bitkilerin ışığı algılama mekanizmasını çözmek için deneyler yapmışlardır.

İlk deneyler 1880'de Charles Darwin (Çarls Darvin) ve Francis Darwin (Frensis Darvin) tarafından çimen koleoptilleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Koleoptil, tek çenekli bitkiler çimlenirken filizin tohumdan toprak yüzeyine çıkışı sırasında gövde ucunu koruyan kılıftır. Charles ve Francis Darwin, koleoptilin hangi kısmının ışığı algıladığını bulmak için çalışmışlardır.

1913'te Peter Boysen Jensen (Pitır Boysın Censın), fototropizmanın ilgili sinyali nasıl ilettiğini saptamak için bir seri deney yapmıştır.

Charles Darwin, Francis Darwin ve Peter Boysen Jensen tarafından gerçekleştirilen deneyler Görsel 3.56'da gösterilmiştir.



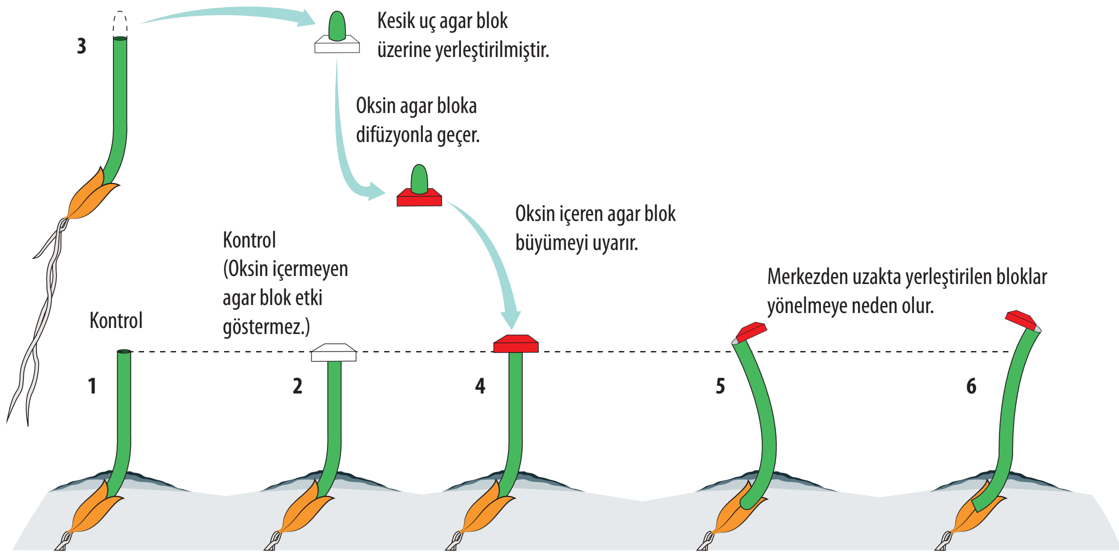
Görsel 3.56: Koleoptillerde ışığa yönelim deneyleri

Bu deneylerdeki gözlemler ve deneylerden ulaşılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Tek yönden ışık alan hiçbir uygulama yapılmayan koleoptil, kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Koleoptilde ışığa yönelim gözlenmiştir.
2. Koleoptil ucu kesildiğinde ışığa yönelim olmamıştır.
3. Koleoptil ucu ışık geçirmeyen bir başlık ile kapatıldığında ışığa yönelim olmamıştır.
4. Koleoptil ucu ışık geçiren bir başlık ile örtüldüğünde ışığa yönelim olmuştur.
5. Koleoptil ucu açık bırakılarak koleoptilin diğer kısımları ışık geçirmeyen siyah bir örtü ile kapatıldığında ışığa yönelim olmuştur.
6. Koleoptilin ucu, hücreler arasındaki teması kesen fakat kimyasalların geçişine izin veren jelatin bir blokla koleoptilin alt kısımlardan ayrıldığında fidelerin ışığa doğru yöneldiği gözlenmiştir.
7. Koleoptilin uç kısmı alt kısmından geçirimsiz bir madde (mika) ile ayrıldığında ışığa yönelim olmamıştır.

Sonuç: Sadece koleoptilin ucu ışığı algılayabilir fakat kıvrılma uçtan belli uzaklıkta gerçekleşir. Sinyal, jelatin blok gibi geçirgen bir engelden geçebilir fakat mika gibi katı bir engelden geçemez. Bu, fototropizmaya neden olan sinyalin taşınabilir olduğunu göstermektedir. Bu durumdan yola çıkılarak "bitkilerin ışığı tepe noktalarından alıp oluşturduğu maddelerle gövdenin alt kısımlarına ilettiği" sonucuna varılmıştır.

Went tarafından gerçekleştirilen deneyler Görsel 3.57'de gösterilmiştir.



Görsel 3.57: Went'in fototropizma deneyleri

Karanlık ortamda yapılan deneylerdeki gözlemler ve bu deneylerden ulaşılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Kontrol grubunda koleoptilin ucu kesilmiş ve büyüme gözlenmemiştir.
2. Oksin içermeyen agar blok, kesilen ucun yerine konmuş; koleoptilde büyüme ve yönelme gözlenmemiştir.
3. Koleoptilin uç kısmı kesilerek agar blok üzerine yerleştirilmiştir. Uç kısmında bulunan oksinin agar bloka geçmesi sağlanmıştır.
4. Oksini emen agar blok, ucu kesilmiş koleoptilin üzerine yerleştirilmiştir. Yönelim olmadan koleoptilde büyüme gerçekleşmiştir.

5 ve 6. Uçları kesilmiş koleoptilerin merkezinden uzağa oksin emdirilmiş agar bloklar yerleştirildiğinde koleoptil, ışığa doğru büyümede olduğu gibi agar blokta oksinin bulunduğu tarafın aksi yönünde büyümeye başlamıştır. Yönelim ve büyüme gözlenmiştir.

Sonuç: Oksin, koleoptil ucunda sentezlenir ve yer çekimine doğru taşınır. Oksin, koleoptilin büyümesinden sorumludur ve yönelime oksinin asimetrik dağılımına neden olur. Oksin sentezlenmesi için ışığa gerek yoktur.

Özetle sürgün ucunda üretilen ve büyümeyi sağlayan oksin hormonu bitkinin ışık alan tarafındaki hücrelerde az, ışık almayan tarafındaki hücrelerde daha fazla bulunur. Bunun sonucu olarak ışık görmeyen bölgelerde büyüme hızlı, ışık gören tarafta büyüme yavaş olur. Işık almayan taraftaki hücrelerin oksin etkisiyle hücre çeperleri genişler ve hücreler su alarak hacimce büyür. Bu hücreler aynı zamanda mitoz bölünme yaparak hücre sayısını artırır. Asimetrik büyümeden dolayı koleoptilde ışığa yönelim meydana gelir.

Oksin, hem aydınlıkta hem de karanlıkta sentezlenen bir hormondur. Oksin, gövdede bir yönde taşınmaktadır. Taşınmanın yönünü yer çekimi değil, hücrelerin kendi özellikleri belirler.

SIRA SİZDE

Aşağıda farklı ortamlarda koleoptillerle yapılmış fototropizma deneyleri verilmiştir. Boş bırakılan yerlere deneylerin büyüme ve yönelim ile ilgili sonuçlarını "+" ve "–" şeklinde yazınız.

Karanlık ortam
Oksin

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Kleoptilin ucu kesilirse
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Kleoptilin ucuna ışık geçiren başlık geçirilirse
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Kleoptilin ucuna ışık geçirmeyen başlık geçirilirse
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Kleoptilin ucu açıkta bırakılıp, alt kısmı ışığı geçirmeyen bir örtü ile kapatılırsa
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Kleoptilin ucu jelatin bir blokla diğer kısımlarından ayrılırsa
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Kleoptilin ucu mika geçirilerek diğer kısımlarından ayrılırsa
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Karanlıkta kesik kleoptil ucu merkezin sağına yerleştirilirse

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Karanlıkta kesik kleoptil ucu merkezin soluna yerleştirilirse

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Karanlıkta ucu kesilen kleoptilin üstüne oksin yedirilmiş agar konulursa

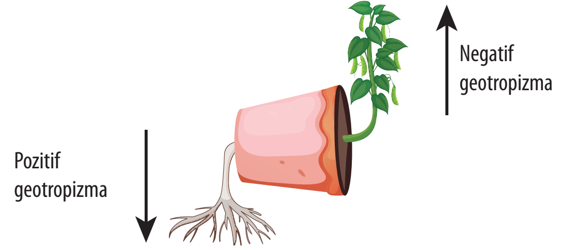
Büyüme: .... **Yönelim:** ....

Uç kısmı kesilerek yan yerleştirilen yerden ışık verilirse
Işık

Büyüme: .... **Yönelim:** ....

- **Geotropizma (Gravitropizma)**

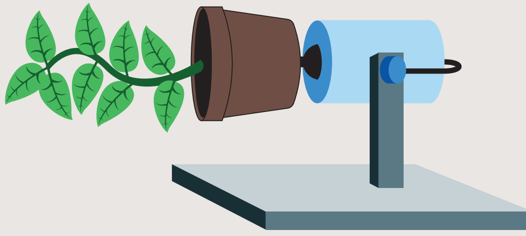
Bitkinin yer çekimi etkisine bağlı gösterdiği yönelim hareketine **geotropizma** denir. Bitki kökünde yer çekimi yönünde pozitif geotropizma, gövdede ise yer çekimine ters yönde negatif geotropizma görülür (Görsel 3.58).



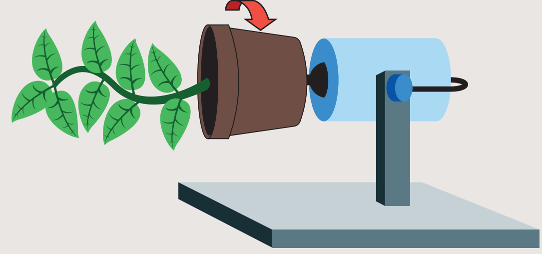
Görsel 3.58: Bitkide geotropizma

SIRA SİZDE

Aşağıda açıklaması verilen deneye göre soruları cevaplayınız.



I. Düzenek



II. Düzenek

Işıklı ortamda büyüyen aynı tür iki bitkiyle yukarıdaki düzenekler hazırlanıyor. Birinci düzenekte bitki sabit tutulurken ikinci düzenekte bitki ok yönünde sürekli döndürülüyor.

1. Birinci düzenekteki bitkide kökün ve gövdenin yönelimi nasıl olur? Nedenini açıklayınız.

....

....

2. İkinci düzenekte bitkide kökün ve gövdenin yönelimi nasıl olur? Nedenini açıklayınız.

....

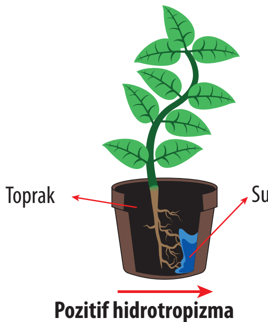
....

- **Hidrotropizma**

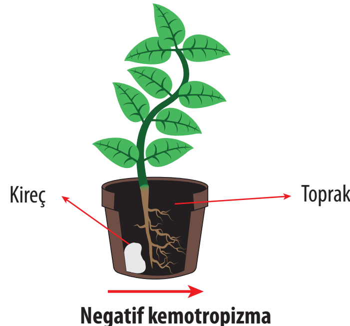
Bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesine **hidrotropizma** denir. Su kenarı ve sulak alanlara yakın bölgelerde yaşayan bitkilerin köklerinin su birikintisine doğru yönelmesi pozitif hidrotropizmaya örnektir (Görsel 3.59).

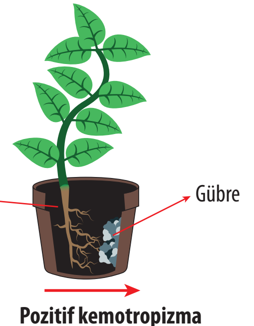
- **Kemotropizma**

Bitki köklerinin toprakta bulunan farklı kimyasal maddelere karşı gösterdiği yönelim hareketine **kemotropizma** denir. Bitki köklerinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan gübre gibi yararlı maddelere doğru büyüyerek yaklaşmasına **pozitif kemotropizma**; aşırı tuz, kireç gibi zararlı maddelerin bulunduğu bölgenin ters yönüne büyüyerek uzaklaşmasına **negatif kemotropizma** (Görsel 3.60) denir.



Görsel 3.59: Hidrotropizma





Görsel 3.60: Köklerde kemotropizma

- **Travmatropizma**

Bitkilerde herhangi bir yaralanma durumunda görülen yönelme hareketine **travmatropizma** denir. Örneğin bir bitkinin gövdesi yaralandığında yara bölgesinde hormon salgılanır. Bu hormonun etkisiyle gövde, yara bölgesinin tam tersi yönünde büyümeye devam eder. Bu travmatropizmaya örnektir (Görsel 3.61).



Görsel 3.61: Ağaçta travmatropizma

- **Haptotropizma (Tigmotropizma)**

Bitkilerin dokunmaya karşı verdiği tepkilere **haptotropizma (tigmotropizma)** denir. Özellikle sarılıcı bitkilerde görülür. Asma, fasulye, salatalık, sarmaşık gibi bitkiler bulundukları dala sarılır. Bu olay haptotropizmaya örnektir (Görsel 3.62).



Görsel 3.62: Ağaca sarılmış asma bitkisinde pozitif haptotropizma

b) Nasti hareketleri: Bitki hücrelerindeki turgor basıncındaki değişimler sonrasında gerçekleşen, uyaranın yönüne bağlı olmayan hareketlere **nasti hareketleri** denir. Başlıca nasti hareketleri fotonasti, termonasti, sismonastidir.

- **Fotonasti**

Işık etkisiyle gerçekleşen nasti hareketlerine **fotonasti** denir. Fasulye bitkisinin yapraklarının gündüz dik gece eğik durması, sarmaşık bitkisinin çiçeklerinin gündüz açıp gece kapanması fotonasti olayına örnektir. Ayrıca *Mirabilis jalapa* [Mirabilis yalapa (akşam sefası)] bitkisinin çiçekleri gündüz kapalıdır. Hava kararmaya başladığında ışık şiddeti azalınca çiçekler açar (Görsel 3.63).



Görsel 3.63: *Mirabilis jalapa* çiçeklerinde fotonasti

- **Sismonasti**

Sarsıntı ve dokunmanın neden olduğu harekete **sismonasti** denir. Sismonasti, *Mimosa pudica* [Mimoza pudika (küstüm otu)] bitkisinde görülür. Bu bitki dokunma ile yapraklarını kapatır (Görsel 3.64). Yine *Dionea muscipula* [Dionea muskipula (böcek kapan)] bitkisinin yapraklarının içine böcek konduğunda buradaki duyarlı tüyler yaprakta aniden bir turgor değişimi meydana getirerek yaprakların kapanmasını sağlar (Görsel 3.65).



Görsel 3.64: *Mimosa pudica*'da sismonasti

- **Termonasti**

Sıcaklığın etkisiyle görülen hareketlerdir. Lale çiçekleri düşük sıcaklıkta kapanır, yüksek sıcaklıkta açılır (Görsel 3.66).



Görsel 3.65: *Dionea muscipula*'da sismonasti



Görsel 3.66: Lale bitkisi çiçeğinde termonasti

Bitkilerde tropizma ve nasti hareketlerinin karşılaştırılması Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7: Tropizma ve Nastinin Karşılaştırılması

TROPİZMA	NASTİ
Uyaranın yönüne bağlıdır.	Uyaranın yönüne bağlı değildir.
Bitkilerin sadece büyüyen ve uzayan kısımlarında gerçekleşir.	Bitki ilgili organı ile uyarana tepki gösterir.
Hormon (oksin) etkisi ile gerçekleşir.	Turgor basıncı etkisi ile gerçekleşir.
Yavaş gerçekleşir.	Hızlı gerçekleşir.
Uyaranın yönüne göre pozitif ve negatif tropizma vardır.	Uyaranın yönüne bağlı olmadığı için negatif ve pozitif çeşitleri yoktur.

5. Etkinlik Laboratuvar



Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Bitki Hareketleri
Etkinliğin Amacı	Bitki hareketlerini gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 40 dakika, Bekleme süresi: 1 hafta
Araç Gereç	Fasulye tohumları, 6 adet büyük boy pet bardak, toprak, su

Uygulama

(Öğretmen tarafından dörder kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Fasulye tohumlarını numaralandırılmış pet bardaklar içine ekiniz ve tohumları çimlendiriniz. Deney boyunca tüm tohumları belirli aralıklarla eşit miktarda sulayınız.
- Bir numaralı bardağı kontrol grubu olarak belirleyiniz ve oda şartlarında bırakınız.
- İki numaralı bardağı ışığı tek yönden alacak şekilde uygun bir ortama yerleştiriniz.
- Üç numaralı bardağı yatay konuma gelecek şekilde masa üzerine sabitleyiniz.
- Dört numaralı bardağın toprağını boşaltınız, yerine işaretlediğiniz derince bir noktaya bir parça kömür koyup tekrar toprağı bardağa doldurunuz.
- 5 ve 6 numaralı bardaklardaki fasulye bitkilerinin birini karanlık bir ortama diğerini ışık alan bir ortama yerleştiriniz. Karanlık ve aydınlık ortamda bekletilen bitkilerde yaprakların durumlarını gözlemleyiniz ve karşılaştırınız.
- Bir hafta sonra bitkilerin topraklarını boşaltıp kök ve sürgün kısımlarını kontrol grubuyla karşılaştırınız.

Sonuçlandırma

1. Bir hafta sonra bitkilerin kök ve sürgün kısımlarında ne gibi değişikler olmuştur? Belirtiniz.

....

....

2. Bitkilerde gözlemlediğiniz değişikler hangi bitki hareketleri ile ilgilidir? Değişikliklerin nedenlerini açıklayınız.

....

....



3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

FOTOPERİYODİZM

Mevsimsel olaylar, bitkilerin çoğunun yaşam döngüsünde kritik önem taşır. Tohum çimlenmesi, çiçeklenme, tomurcuk dormansinin kırılması yılın belli zamanlarında gerçekleşen olaylardır. Bitkilerin yılın en uygun zamanını saptamak için kullandığı çevresel uyarı, gün uzunluğundaki değişim başka bir deyişle fotoperiyottur. Gece veya gün uzunluğuna verilen fizyolojik yanıt **fotoperiyodizm** olarak adlandırılır. Fotoperiyodizm, bitkilerin dünya üzerindeki dağılımını belirleyen önemli bir faktördür.

Işık alma süresine bağlı çiçeklenmeye göre bitkiler üç ana grupta incelenir.

Gecenin gündüzden daha uzun olduğu günlerde çiçeklenen bitkilere **kısa gün (uzun gece) bitkileri** denir. Bazı fasulye çeşitleri, çilek (Görsel 3.67), patates, kasımpatı genelde yaz sonunda, sonbaharda ya da kışın çiçeklenir.



Görsel 3.67: Çilek

Gündüzün geceye oranla daha uzun olduğu günlerde çiçeklenen bitkilere **uzun gün (kısa gece) bitkileri** denir. Bu bitkiler ilkbahar sonu veya yaz başında çiçeklenir. Hardal, marul, süsen (Görsel 3.68) ve pek çok tahıl uzun gün bitkisidir. Bu bitkilerin çiçeklenebilmesi için 12-14 saat ışık alma süresi gerekir. Türkiye'deki bitkiler genellikle uzun gün bitkisidir.



Görsel 3.68: Süsen

Bazı bitkiler fotoperiyottan etkilenmez. Bu bitkilere **nötr gün bitkileri** denir. Domates, çeltik, pamuk (Görsel 3.69), ayçiçeği, pirinç, karahindiba bu bitkilere örnektir.

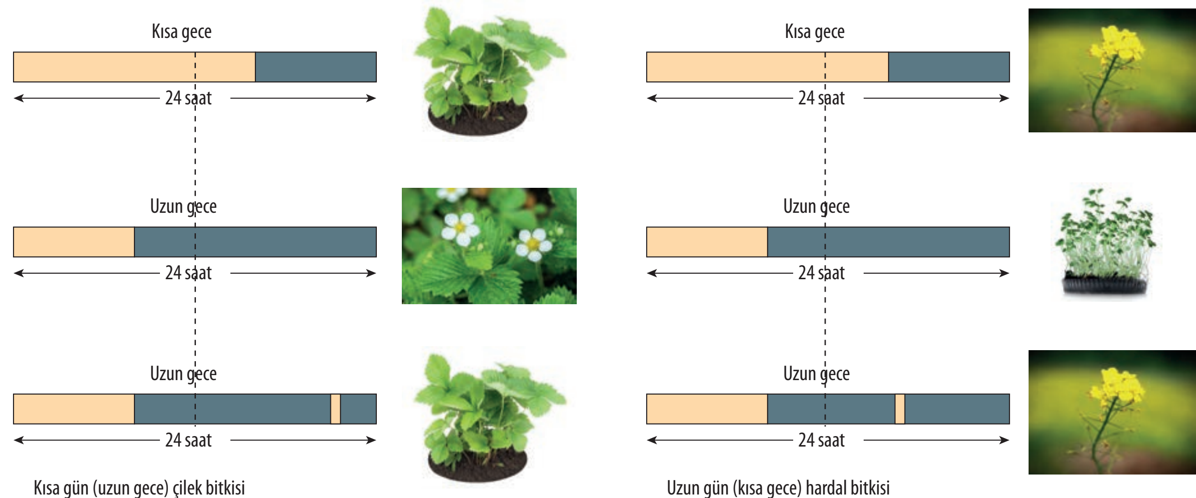
Araştırmacılar, bitkinin çiçeklenmesini etkileyen faktörün gün uzunluğu değil gece uzunluğu olduğunu tespit etmişlerdir.

Kısa gün bitkileri, gece uzunluğu kritik değerin (bitkinin mutlaka kesintisiz karanlıkta kalması gereken toplam süre) altında olduğunda çiçeklenme olmaz. Kritik değerin üzerinde olduğunda çiçeklenir. Gece uzunluğu kritik değerin üzerinde olsa bile gece süreci kesintiye uğratılıp ışıklandırıldığında bitki çiçeklenmez.



Görsel 3.69: Pamuk

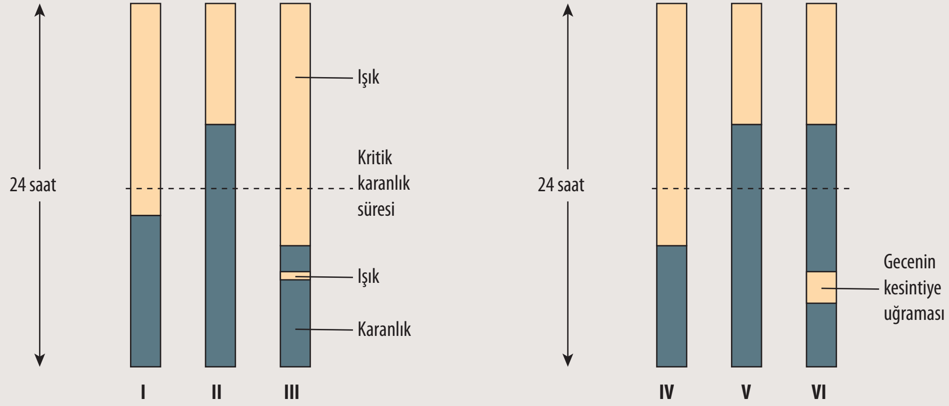
Uzun gün bitkilerinde gece uzunluğu kritik değerin altında olduğunda çiçeklenme olur, kritik değerin üzerinde olduğunda bitki çiçeklenmez. Gece uzunluğu kritik değerin üzerinde olsa bile gece süreci kesintiye uğratılıp ışıklandırıldığında bitki çiçeklenir. Çilek ve hardal bitkilerinde çiçeklenmenin fotoperiyodik olarak denetlenmesi Görsel 3.70'te gösterilmiştir.



Görsel 3.70: Çilek ve hardal bitkilerinde çiçeklenmenin fotoperiyodik olarak denetlenmesi

SIRA SİZDE

Aşağıdaki görsel ve metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.



Normalde uzun gecede çiçeklenen bir kısa gün bitkisi, sürekli karanlık periyodu birkaç dakika ışık verilerek kesintiye uğratılırsa çiçeklenmez. Normalde uzun gecede çiçeklenmeyen bir uzun gün bitkisi, sürekli karanlık periyodunun ışık verilerek bozulması hâlinde çiçeklenir.

1. Numaralandırılmış yapıların hangilerinde kısa gün bitkileri çiçek açar?

....

....

2. Numaralandırılmış yapıların hangilerinde uzun gün bitkileri çiçek açar?

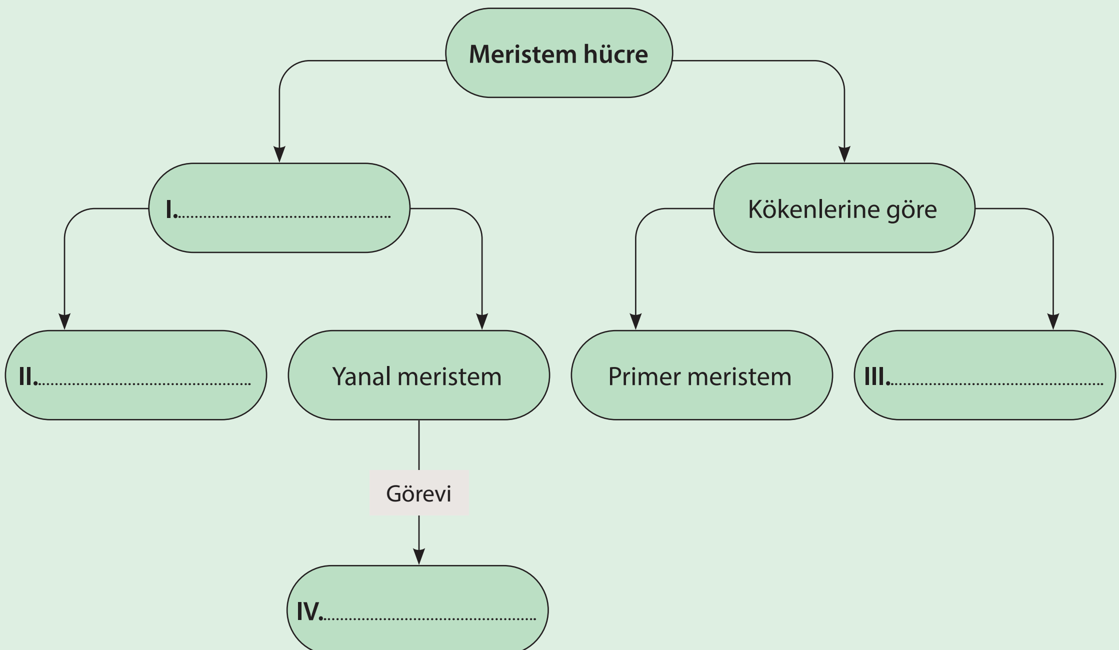
....

....

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki şemada meristem hücreye ait bir kavram haritası verilmiştir.

Verilen şemada boş bırakılan yerleri meristem hücre çeşitlerinden uygun olanlarla tamamlayınız.



2. Aşağıdaki tabloda stoma, lentisel ve hidatota ait bazı özellikler verilmiştir. Bir özelliğin birden fazla yapıda görülebildiğini göz önünde bulundurarak bu özelliklere sahip olanları tabloda X ile işaretleyiniz.

Özellik	Stoma	Lentisel	Hidatot
Suyu buhar hâlinde atar.			
Gaz alışverişinde görev alır.			
Açılıp kapanabilir.			
Cansız hücrelerden oluşmuştur.			
Fotosentez yapabilir.			
Su ve bazı minerallerin atılımını sağlar.			
Epidermisin farklılaşması ile oluşur.			

3. Aşağıda romen rakamları ile verilen bitki dokularına ait görevleri ,harflerle verilen bitki yapı ve dokuları ile eşleştirerek doğru harfi ( ) içine yazınız.

	Görevleri	Yapı ve dokular
(...)	I. Boyuna uzama	a) Ksilem
(...)	II. Suyun taşınması	b) Floem
(...)	III. Hücre çeperlerinin selüloz ve pektin birikimi ile kalınlaşması	c) Kütikula
(...)	IV. Enine kalınlaşma	ç) Uç meristem hücre
(...)	V. Organik bileşiklerin taşınması	d) Kollenkima
(...)	VI. Bitkiyi su kaybına karşı koruması	e) Kambiyum

4. Aşağıdaki tabloda bitkilerde bulunan bazı hormonlara ait özellikler verilmiştir. Tabloda verilen özelliklerin karşısındaki boşluğa etkili olan hormonun ismini yazınız.

Özellik	Hormon
Meyvelerin olgunlaşmasını ve tatlanmasını sağlar.	a) ....
Tohumun uyku hâlinin devamını sağlar.	b) ....
Yan tomurcukların oluşumunu sağlar.	c) ....
Tohum çimlenmesini uyarır.	ç) ....
Sürgün uçların ışığa yönelimini sağlar.	d) ....

5. Aşağıda bazı bitkilerde gözlenen hareket örnekleri verilmiştir. Boş bırakılan yerlere gerçekleşen hareket çeşitlerini yazınız.

a) Akşam sefası bitkisinin yapraklarının gündüz kapalı, gece açık olması ....

b) Ayçiçeği bitkisinin güneşe yönelmesi ....

c) Küstüm otu bitkisinin dokununca yapraklarını kapatması ....

ç) Bitki köklerinin suya yönelmesi ....

d) Asma yaprağının bir desteğe sarılarak büyümeye devam etmesi ....

2. BÖLÜM

3.2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

Bu bölümde

- Köklerde su ve mineral emilimini,
- Bitkilerde su ve mineral taşınma mekanizmasını,
- Bitkilerde su ve madde taşınması ile ilgili deney tasarlamayı,
- Bitkilerde fotosentez ürünlerinin taşınma mekanizmasını öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Adhezyon

Basınç akış teorisi

Floem

Gutasyon

Gübre

Kohezyon gerilim teorisi

Kök basıncı

Ksilem

Mikoriza

Minimum kuralı

Nodül

Stoma

Terleme

AĞAÇLAR YAPRAKLARIYLA DA SU İÇEBİLİYOR


Görsel 3.71: Monteverde'de bulut ormanı

Bitkiler, kökleri vasıtasıyla suyu topraktan alır ve gövdelerinden yapraklarına kadar ileterek fotosentezde kullanır. Bulunduğu yükseklik nedeniyle sürekli bulutların içinde kalan bitki örtüsündeki ağaçların su ihtiyaçlarını sadece kökleriyle değil yapraklarıyla da karşılayabildiğini biliyor muydunuz? Alçak düzlüklerdeki yağmur ormanlarının aksine tropik iklim bölgelerindeki bulut ya da sis ormanları sadece dağlarda ve yüksek kesimlerde bulunur. Buradaki dev ağaçlar su ihtiyacını havadaki nemden başka bir deyişle bulutlardan karşılar. Bulut ormanlarının dünyadaki en güzel örneklerinden biri Costa Rica (Kosta Rika) dağlarında bulunan ve yaşam veren bir pus perdesiyle yıkanan Monteverde'dir [Monteverde (Görsel 3.71)]. Bu özel orman alanı 600 metre ile 1800 metre arasında değişen irtifalarda bulunmakta ve dünya üzerindeki en gelişmiş ve kalabalık doğal hayatı bünyesinde barındırmaktadır. Bu özel koruma sahasının sınırları içinde 100'den fazla memeli türü, 400 kuş türü, 120 kurbağa ve sürüngen türü, 2 500 bitki ve on binlerce böcek türü yaşamaktadır. Bulut ormanlarındaki ağaçların kendilerine gereken suyu yapraklarından karşılaması onlar için önemli bir hayatta kalma stratejisidir. Bu tür ekosistemlerde hava çoğunlukla puslu ve nemli olmasına karşın toprak bir hayli kuru kalır. Böylece ağaçlar, topraktan yeterince su alamadığı için bulutların içinde sürekli ıslak olan yaprak yüzeyleri aracılığıyla su ihtiyacını karşılar. Uzmanlar bu durumu belgelemek için öncelikle yaprak ıslaklığının ekosistemdeki dağılımını ve yoğunluğunu incelemiştir. Uzmanlar, daha sonra suyun yapraklardan alınıp alınmadığını anlamak ve suyun hareketini görmek için ağaçların dallarına minik algılayıcılar yerleştirmişlerdir. Bu algılayıcılar sayesinde yapraklar ıslak olduğu zaman suyun yapraklar tarafından emildiğini ve dallara, oradan da gövdeye yukarıdan aşağıya doğru taşındığını görmüşlerdir. Çalışmada yapraktan su alma miktarının her ağaçta aynı yoğunlukta olmadığı da anlaşılmıştır. Kaliforniya'daki sekoya ağaçlarının da bulut ormanları gibi yapraklarıyla su içebildiği belirlenmiştir. Uzmanlar; bu tür özel ekosistemlerde bulutlar ile ağaçlar arasındaki ilişkinin çok önemli olduğunu, özellikle iklim değişikliği neticesinde bulut yoğunluğunun azalmasının bulut ya da sis ormanı ekosistemlerine zarar verebileceğini belirtmektedirler.

Özlem Kılıç Ekici, *Ağaçlar Yapraklarıyla da Su İçebiliyor*

(Düzenlenmiştir.)

- Yukarıdaki metne göre bitkinin suyu alması yaşadığı ortama ve iklime göre değişmektedir. İklim değişikliğinin ekosistemde yaşayan canlılara yönelik etkileriyle ilgili neler düşünüyorsunuz? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİR FİKRİN VAR MI?





- Dalından koparılmış çiçeğin su dolu bir vazoda bir süre solmadan yaşamasının nedenleri neler olabilir?

  ....

  ....

- Vazodaki su bir süre sonra yenilense bile çiçeklerin canlılığını yitirmesinin nedenleri neler olabilir?

  ....

  ....

3.2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

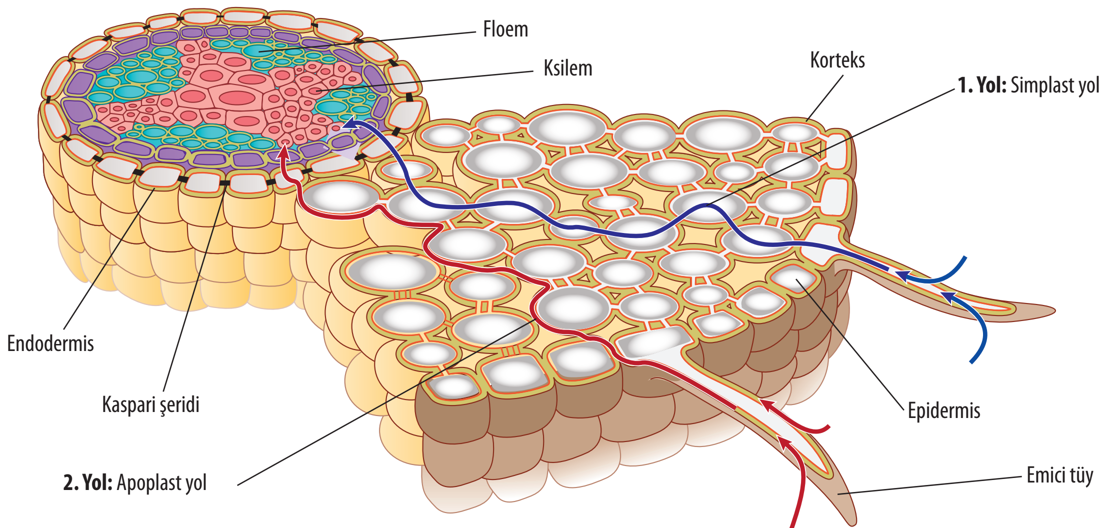
Bitkiler yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için organik ve inorganik maddelere ihtiyaç duyar. Bu maddelerin bazılarını dışarıdan alır, bazılarını da kendi üreterek kısa ya da uzun mesafelere farklı mekanizmalarla taşır. Bu taşımayı iletim demetleri sayesinde gerçekleştirir. Bitkiler ihtiyacı olan su ve suda çözünmüş mineralleri kökteki hücreleri sayesinde emer. Emilen bu maddeler ksilem ile toprak üstü yapılara taşınır, toprak üstü yapılarında fotosentezle üretilen organik besinler de floem ile gövde ve köke taşınır.

3.2.1. KÖKLERDE SU VE MİNERAL EMİLİMİ

Bitkilerin aldıkları su ve mineraller, bitkilerde gerçekleşen yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alan moleküllerin sentezi ve çalışması için gereklidir. Bitki hücrelerinin sitoplazmasının büyük bir kısmı sudan oluşur. Bu sayede bitkiler metabolik olayları ve kimyasal reaksiyonları sitoplazmada gerçekleştirir. Ayrıca su, hidroliz ve fotosentez gibi metabolik olaylara katılır. Su, bitki hücrelerinde oluşturduğu turgor basıncı ile otsu bitkilerin toprak üstü organlarının dik durmasını ayrıca bitkinin büyüme döneminde de hormonların etkisiyle hücrelerin uzamasını sağlar. Böylece bitkinin büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynar. Su, çözücü özelliği ile minerallerin alınmasını ve bitkide taşınmasını da sağlar. Mineraller, hücrelerdeki osmotik basıncın düzenlenmesinde etkilidir.

Kök sistemi, bitkinin toprağa tutunmasını ve topraktan suyun alınmasını sağlar. Kökteki emici tüyler, topraktan aktif taşıma ile aldığı mineral ve tuzları biriktirir. Bu birikim, emici tüylerdeki osmotik basıncın toprak çözeltisine göre daha yüksek olmasını sağlar. Kök hücrelerinde K^+ iyonu, topraktaki yoğunluğundan yüzlerce kat fazla olabilir. Bu sayede kökteki emici tüylere osmozla su geçer.

Bitkilerde suyun taşınması ksilem borularıyla gerçekleşir. Bu yüzden topraktan emilen su ve minerallerin ksileme kadar iletilmesi gerekir. İletim iki yolla gerçekleşir. İlki, suyun emici tüylere girip hücreden hücreye plazmodezmlerden geçerek ksileme kadar taşınması **(simplast yol)**, ikincisi ise hücreye girmeden hücre çeperleri ve çeperlerin çevresinde bulunan hücreler arası boşlukta taşınmasıdır **(apoplast yol)**. Böylece su; emici tüylerden epidermise, epidermisten kök korteksine (parankimasına), korteksten de endodermise ulaşır. Endodermis duvarlarındaki kaspari şeridi suya geçirimsizdir. **Kaspari şeridi**, su moleküllerini belirli bölgelerden geçmeye zorlayan bir bariyerdir. Su, endodermis içinde belirli bölgelerden hareket ederek merkezî silindirdeki ksileme ulaşır. Su ve minerallerin alımı bu yolla daha hızlı olur. Ksileme ulaşan su, kök ve gövde içinde yukarı doğru hareket ederek yapraklara kadar ulaşır (Görsel 3.72).



Görsel 3.72: Köklerde su ve mineralin emilimi ve ksileme taşınma yolları

Bitkiler, ihtiyaç duyduğu mineralleri toprak çözeltisinden suda çözünmüş hâlde alır. Bu olay iki yolla gerçekleşir. Birinci yol enerji harcanmadan gerçekleşen pasif taşıma ile alınması, ikinci yol ise ATP harcanarak gerçekleşen aktif taşıma ile alınması ya da biriktirilmesidir. Kökte suyun ozmazla, K^+ iyonunun aktif taşımayla alınması buna örnek olarak gösterilebilir.

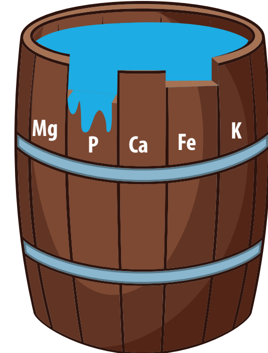
Toprakta bulunan elementlerin optimum düzeyde olması bitkilerin en iyi şekilde gelişim gösterebilmesini sağlar. Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok fazla ihtiyaç duyduğu elementlere **makro elementler** adı verilir. Bu elementler karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N), kükürt (S), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyumdur (Mg). Bu elementlerden bazıları bitkinin yapısını oluşturan organik bileşiklerin başlıca bileşenidir. Bazıları da bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar. Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere **mikro elementler** adı verilir. Bu elementler klor (Cl), demir (Fe), bor (B), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), molibden (Mo) ve nikeldir (Ni). Bu elementler, bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar. Makro elementler gibi mikro elementlerin eksikliğinde de bitkinin metabolik faaliyetlerinde aksaklıklar ortaya çıkar. Örneğin klorofilin yapısında makro element olan magnezyum elementi vardır. Ancak klorofilin sentezlenmesi sırasında mikro element olan demir elementine ihtiyaç duyulur. Demirin yeterli olmaması, klorofil sentezini durdurur. Bu durumda bitkide hastalıklar ve anormallikler oluşur. Eksiklik giderilmezse bu durum, bitkinin ölümüne yol açabilir. Ayrıca bir mineralin eksikliği, başka bir mineral ile giderilemez.

Bitkiler tarafından kullanılan makro ve mikro elementler Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8: Bitkiler Tarafından Kullanılan Makro ve Mikro Elementler

Makroelementler		Mikroelementler	
Elementler	**Bitkiler Tarafından Kullanılabilir Formu**	**Elementler**	**Bitkiler Tarafından Kullanılabilir Formu**
Karbon	CO_2	Demir	Fe^{3+}, Fe^{2+}
Hidrojen	H_2O	Klor	Cl^-
Oksijen	O_2	Manganez	Mn^{2+}
Azot	NO_3^-, NH_4^+	Bor	$H_2BO_3^-$
Fosfor	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}	Bakır	Cu^+, Cu^{2+}
Kükürt	SO_4^{2-}	Çinko	Zn^{2+}
Kalsiyum	Ca^{2+}	Nikel	Ni^{2+}
Potasyum	K^+	Molibden	MoO_4^{2-}
Magnezyum	Mg^{2+}		

Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini yürütebilmesi için ihtiyaç duyduğu elementlerin ortamda belirli bir oranda bulunması gerekir. İhtiyaç duyulan herhangi bir elementin bitkinin ihtiyacından daha az bulunması, bitkinin diğer minerallerden yararlanma oranını da düşürür başka bir deyişle büyümesini sınırlandırır. Bu durumu, ilk defa 1840 yılında Alman bilim insanı Justus von Liebig (Yustus fon Libig) yaptığı çalışmalarında **minimum yasası** olarak ifade etmiş ve fıçı örneği ile açıklamıştır. Buna göre fıçının her bir tahtası bir elementi simgeler. Tahtaların uzun olması elementin çok, kısa olması elementin az olduğunu gösterir. Bu durumda fıçı, en kısa olan tahtanın seviyesine kadar su alabilir (Görsel 3.73). İlk olarak bitkiler için ortaya konan bu kural, daha sonra tüm canlılar ve tüm ekolojik faktörler için uygulanmıştır. Sınırlayıcı faktörler bu elverişli durumu olumsuz etkilemektedir.



Görsel 3.73: Minimum yasasını ifade eden fıçı örneği

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen metne ve tabloya göre soruyu cevaplayınız.

Besin Elementi	Bitkinin İhtiyacı (mg)	Topraktaki Miktarı (mg)
Magnezyum (Mg)	140	180
Kalsiyum (Ca)	180	140
Fosfor (P)	190	200
Demir (Fe)	170	170
Potasyum (K)	190	160

Bir araştırmacı deneyinde kullanacağı bitkinin ve bu bitkinin ihtiyaç duyduğu beş farklı besin elementinin miktarlarını ve bu besin elementlerinin topraktaki miktarlarını belirlemiştir. Buna göre bitki gelişimini sınırlandıran besin elementi hangisidir? Nedenini açıklayınız.

....

....

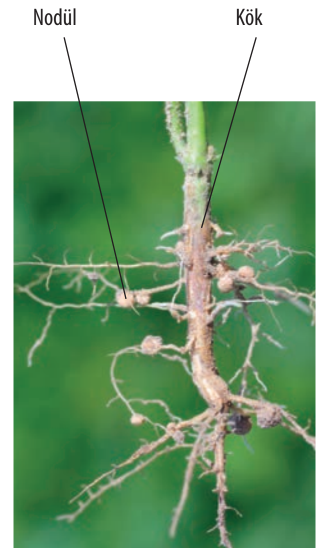
Topraktan yüksek verim alınması için topraktaki mineral dengesinin korunması gerekmektedir. Bitkilerin topraktan aldığı minerallerin miktarının azalması, bitki gelişimini olumsuz etkiler. Toprağın verimini artırarak büyüme ve gelişmesini olumlu etkileyen maddelere **gübre,** bu maddelerin toprağa eklenmesine **gübreleme** adı verilir. Topraktaki mineral eksikliğini gidermek için kullanılan gübreler doğal ve yapay olarak elde edilebilir. Organik olan hayvansal gübre ve solucan gübresi doğal gübreye örnektir. İnorganik olan yapay gübre ise fabrikalarda üretilir. Çoğunlukla azot, fosfor ve potasyum içeren çeşitleri vardır. Yapay gübreler çevre kirliliğine yol açabilir.



Görsel 3.74: Mikoriza

Bazı bitkiler, topraktan su ve mineral alımını artırmak için bazı bakteri ve mantar türleri ile mutualist bir birliktelik kurar. Bu bitkilerin kökleri, mantar hifleri ile mikoriza oluşumu gerçekleştirirken bazı bakterilerle de nodül oluşumunu gerçekleştirir.

Mikoriza, bazı bitkilerin kökleri ile topraktaki özel mantarların oluşturduğu simbiyotik birliktir (Görsel 3.74). Tohumlu bitkilerin çoğu, mikoriza oluşturarak toprağın suyunu emmek için yüzey alanlarını artırır. Mantarlar, su ve inorganik iyonları emen **hif** adı verilen ipliklere sahiptir. Hifler, kökü dıştan sarar ve toprak içlerine uzanarak emilim yüzeyini artırır. Mikoriza, kök korteks hücreleri arasına yerleşir. Mantar hiflerinin topraktan aldığı su ve iyonlar, hiflerden bitkinin kök hücrelerine geçer. Buradan da ksilem ile diğer bitki hücrelerine taşınır. Mikorizalar özellikle fosfor, demir, çinko ve bakırı topraktan emmede köklerden daha etkilidir. Mikoriza birlikteliğinde hem mantar hem de bitki fayda sağlar. Bitki mantardan su ve iyonları, mantar ise bitkiden ihtiyaç duyduğu besinleri alır. Ayrıca mikoriza oluşturan mantar, bitkiyi patojenlere (hastalık yapan) karşı korumaya yardım eder.



Görsel 3.75: Bitki köklerinde nodüller

Nodül, baklagillerin kökleri ile *Rhizobium* (Rizobiyum) cinsi bakterilerin simbiyotik birlikteliğinden oluşan yumrulardır (Görsel 3.75). Atmosferin %78' i azot olsa da bitkiler bu serbest azotu kullanamaz, azotu topraktaki amonyum ve nitrat bileşiklerinden karşılar. Nodül içindeki *Rhizobium* bakterileri, havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak amonyuma dönüştürür. Böylece bitki, azot ihtiyacını karşılamış olur. Bitki de bakterilerin ihtiyaç duyduğu organik besinleri bakteriye sağlar.

3.2.2. BİTKİLERDE SU VE MİNERALLERİN TAŞINMASI

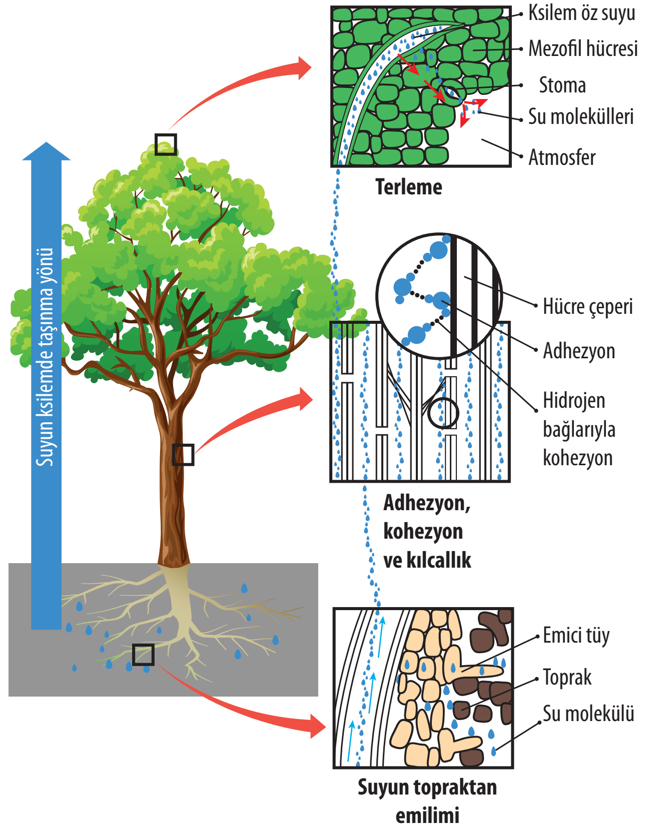
Topraktan alınarak ksileme ulaşan su ve suda çözünmüş minerallerin bitkinin üst kısımlarına taşınmasında kök basıncı, kılcallık, terleme ve kohezyon kuvveti etkilidir. Ksilemde su ve mineraller kök basıncı ile yukarı doğru itilirken terleme ve kohezyon kuvveti ile yapraklara doğru çekilir. Suyun taşınması osmozla, minerallerin taşınması ise kolaylaştırılmış difüzyon ya da aktif taşıma ile gerçekleşir.

a) Kök Basıncı: Terlemenin neredeyse hiç olmadığı zamanlarda, özellikle geceleri, kök hücreleri mineralleri ksileme doğru aktif taşıma ile taşır. Bu sırada endodermde bulunan kaspari şeridi minerallerin geri dönmesini engeller. Ksilem de fazla minerallerden dolayı içindeki ozmotik basıncı artırır ve suyun ksileme doğru ilerlemesini sağlar. Fazla iyon yoğunluğundan suyun ksilemde yukarı doğru itilmesini sağlayan basınca **kök basıncı** denir. Su, bu basınç sayesinde gövde içinde yukarılara doğru ilerler. Kök basıncı sadece canlı yapılarda gerçekleşir. Bitkinin yaşadığı ortam ne olursa olsun bulunduğu ortamdan su alabilmesi için kök ozmotik basıncı, toprak ozmotik basıncından daha fazla olmalıdır. Ancak kök basıncı, tek başına suyun taşınması için yeterli değildir. Kök basıncı, bazı otsu bitkilerde ihtiyaçtan fazla olan suyun yaprak kenarlarındaki hidatotlardan gutasyon yolu ile atılmasına neden olur. Bu, suyun gövde içinde yukarı doğru taşınmasında etkili bir durumdur.

b) Kılcallık: Ksilem borularının çapının küçük olması içerisinde ilerleyen su ile ksilem boruları arasındaki gerilimi artırır. Su moleküllerinin hidrojenleri ile ksilemin çeperleri birbirini çeker. Ksilem çeperinin su moleküllerine uyguladığı çekim kuvveti olan adhezyon suyun yükselmesinde etkilidir. Bu yüzden ksilem borularının çapı ne kadar küçük olursa içindeki sıvının yükselmesi de o ölçüde kolay olur. Ancak kılcallık diğer faktörlere göre suyun yükselmesinde en az etkili olandır. Kılcallık canlı ve cansız yapılarda gerçekleşebilir.

c) Terleme ve Kohezyon Gerilim Teorisi: Bitkilerde ksilem öz suyunun yukarılara taşınmasını sağlayan en büyük etki terleme ve kohezyon gerilim teorisi ile açıklanır. Fotosentez sırasında suyun kullanılması ve yapraklardaki stoma adı verilen gözeneklerden suyun gaz hâlinde atılmasıyla bitkilerde su kaybı gerçekleşir. Stomada gerçekleşen bu olaya **terleme (transpirasyon)** denir. Terlemede, su buharı yapraktaki hava boşluklarından stomalar aracılığı ile daha kuru olan dış havaya geçer. Kaybedilen su buharının yerini, mezofil hücrelerini örten su filminden gaz durumuna geçen su damlacıkları doldurur. Su filminin buharlaşması, hava ile su kesişme yüzeyinde yüzey gerilimini artırarak negatif basınç potansiyeli oluşturur. Yüzey gerilimindeki artış, komşu hücrelerden ve hava boşluklarından suyu çeker. Ksilemdeki su , kaybedilen su ile yer değiştirmek üzere komşu hücrelere ve hava boşluklarına çekilir.

Bunun neticesinde su kökten yukarı doğru emilir. Aynı tür moleküllerin birbirine uyguladığı çekim kuvvetine **kohezyon** denir. Su molekülleri arasında hidrojen bağları kurulur. Bu kuvvet, bitkinin en üst kısımlarına suyun sütun hâlinde çıkmasına katkı sağlar. Terleme kohezyon kuvveti canlı ve cansız yapılarda gerçekleşebilir. Suyun, bitkinin üst kısımlarına kadar taşınmasına, farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti olan **adhezyon** da etki eder. Su, ksilem içerisinde birbirine kohezyon kuvveti ile bağlı iken ksilem çeperlerinin iç yüzeyine de adhezyon kuvveti ile tutunur (Görsel 3.76).



Görsel 3.76: Çok yıllık bir bitkide suyun taşınma mekanizması

Terleme olayı, topraktan su ile minerallerin alınmasını ve taşınmasını sağlamasının yanı sıra boşaltımı sağlayarak su dengesini de korur.

Bitkilerde terlemeye etki eden faktörler genetik ve çevresel olmak üzere iki grupta incelenir.

Genetik faktörlerden olan yapraktaki tüy miktarı ve kütikula kalınlığı, terlemeyle ters orantılıdır. Yaprak yüzeyinin genişliği, stoma sayısı, iletim demetlerinin sayısı, emici tüy hücrelerinin sayısı terlemeyle doğru orantılıdır. Stomaların yapraktaki konumları da terlemede etkilidir.

Çevresel faktörler arasında yer alan havanın sıcaklığı ve nemi, rüzgâr, ışık şiddeti, atmosferdeki CO_2 miktarı, bekçi hücrelerdeki CO_2 miktarı ve topraktaki su miktarı terlemede etkilidir. Terlemeye etki eden çevresel faktörler Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9: Terlemeye Etki Eden Çevresel Faktörler

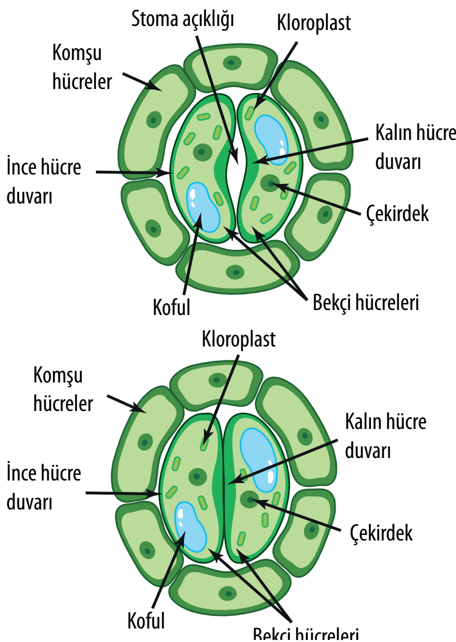
Havanın sıcaklığı: Sıcaklık artışı terlemeyi önce artırır, sonrasında stomaların kapanmasına neden olduğu için azaltır.	Terleme hızı / Sıcaklık
Rüzgâr: Yaprak yüzeyindeki su buharını uzaklaştırarak buhar basıncını düşürdüğü için terlemeyi artırır. Stomalardan terlemeyle su kaybı arttıkça yaprak yüzeyinde su buharı birikir. Bu durum yaprak yüzeyindeki buhar basıncını artırdığı için terlemeyi azaltır. Çok şiddetli rüzgârlarda stomalar kapandığı için terleme azalır.	Terleme hızı / Rüzgâr
Havanın nemi: Havanın nem oranı arttıkça terleme azalır. Bu durumda su hidatotlardan atılır.	Terleme hızı / Havanın nemi
Işık şiddeti: Işık etkisiyle stomalarda fotosentez olayı artar ve stomalar açılır. Buna bağlı olarak terleme hızı artar. Işık şiddetinin aşırı artması stomaların kapanmasına neden olur ve terlemeyi azaltır.	Terleme hızı / Işık şiddeti
Atmosferdeki CO_2 miktarı: Belli bir değere kadar CO_2 artışı terlemeyi artırır. Sonra sabit kalır.	Terleme hızı / CO_2 miktarı
Bekçi hücrelerdeki CO_2 miktarı: CO_2 miktarının artması terlemeyi azaltır.	Terleme hızı / CO_2 miktarı
Topraktaki su miktarı: Topraktaki su miktarının belli bir değere kadar artışı terlemeyi artırır. Sonra terleme hızı sabit kalır.	Terleme hızı / Su miktarı

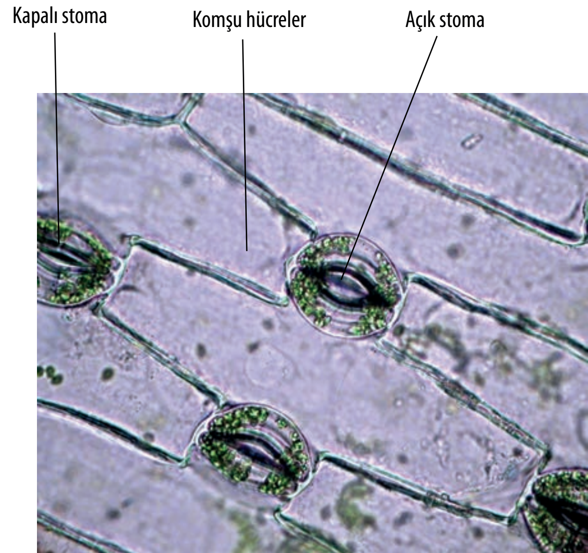
Suyun Taşınmasında Stomaların Rolü ve Stomaların Açılıp Kapanma Mekanizması

Bitkilerde terleme hızı stomalar tarafından düzenlenir. Çünkü bitkinin kökleriyle aldığı suyun büyük bir kısmı (yaklaşık %95) yapraklardaki stomalardan buharlaşır. Ayrıca gövdedeki lentisellerden ve yapraktaki ince kütikula tabakasında da terlemeyle bir miktar su kaybı olur. Terleme ile bitkide fazla ısınan yaprakların soğutulması ve köklerle alınan suyun yukarılara taşınması sağlanır.

Stoma, epidermis hücrelerinin özelleşmesi ile oluşan iki adet bekçi hücre tarafından kuşatılmıştır. Bekçi hücreler, kloroplast bulundurur ve stomanın açılıp kapanmasını sağlar. Bekçi hücrelerin etrafında komşu epidermis hücreleri vardır. Çiçekli bitkilerin çoğunda bekçi hücrelerin stoma açıklığına bakan çeperleri kalınken komşu epidermis hücrelerine bakan çeperi incedir. Çeperlerdeki bu kalınlık farkı, stomanın açılıp kapanmasında önemli rol oynar. Ayrıca hücre çeperlerindeki selüloz mikrofibrillerin ışınsal yönelimi de stomaların açılmasında etkilidir. Stomalar çoğunlukla gündüzleri açık geceleri kapalıdır.Bu durum bitkilerin fotosentez yapmadığı zamanlarda su kaybını önler. Bekçi hücrelerde kloroplast bulunduğundan yeterli ışık varlığında bitki fotosentez yapar. Fotosentez sonucu oluşan besin maddeleri (glikoz) bekçi hücrelerin ozmotik basıncını artırır. Ayrıca bekçi hücreler ışık ile uyarıldıklarında komşu hücrelerden K^+ iyonunu aktif taşıma ile alıp biriktirir. Fotosentez ürünleri ve K^+ iyonu derişimindeki artışla bekçi hücreler içindeki ozmotik basınç artar. Komşu hücrelerden bekçi hücrelere ozmozla su geçer ve turgor basıncı artar. Turgor basıncının artması, bekçi hücrelerde dışa bakan ince çeperleri kalın çeperlere göre daha çok esneterek iter ve bekçi hücrelerin arasındaki açıklık genişler. Böylece stoma açılmış olur. Bu mekanizmanın dışında stoma, hava boşluklarında karbondioksidin azalması ile açılır. Karbondioksit miktarındaki azalma ise mezofil hücrelerinde fotosentezin başlaması ile gerçekleşir.

Stomanın kapanması, açılmasının tersine gerçekleşen olaylar ile olur. Işık olmadığında bekçi hücreler fotosentez yapmaz ve K^+ iyonları komşu hücrelere geçer. Bekçi hücrelerin ozmotik basıncı düşer ve komşu hücrelere su geçişi gerçekleşir. Turgor basıncı düşen bekçi hücreler arasındaki boşluk kapanır. Böylece stoma kapanmış olur. Nişastanın sentezi stomaların kapanmasına neden olur. Su, pH, sıcaklık, karbondioksit miktarı gibi çeşitli çevresel etmenlerin etkisiyle de stoma kapanabilir. Suyun yetersiz kalması bekçi hücrelerde absisik asit üretimine neden olur ve asitliğin artmasıyla stoma kapanır. Sıcaklığın artmasıyla mezofil hücrelerin solunum hızı da artar. Solunum sonucu açığa çıkan karbondioksit, yapraktaki hava boşluklarında birikir. Hava boşluklarındaki CO_2 miktarının artması, stomaların gündüzleri bile kısa süreli kapalı kalmasına neden olur. Stomanın açık ve kapalı şekilleri ve bunların mikroskobik görüntüsü Görsel 3.77'de verilmiştir.





Görsel 3.77: Stomanın açık ve kapalı şekilleri ile mikroskobik görüntüsü

Stomaların açılmasında ve kapanmasında etkili olan olaylar Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10: Stomaların Açılmasında ve Kapanmasında Etkili Olan Olaylar

Stomaların Açılmasına Neden Olan Olaylar	Stomaların Kapanmasına Neden Olan Olaylar
Fotosentezin başlaması	Fotosentezin durup solunumun devam etmesi
Nişastanın hidrolizi	Nişasta sentezi
Glikozun artması	Glikozun azalması
CO_2 azalması	CO_2 artması
pH'ın artması	pH'ın düşmesi
K^+larının artışı	K^+larının azalması

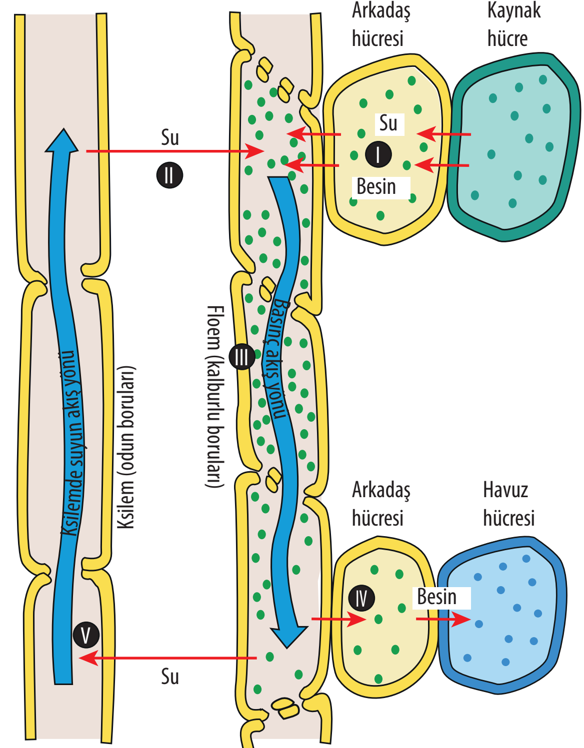
3.2.3. BİTKİLERDE FOTOSENTEZ ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI

Hücreler tarafından üretilen besinlerin ve metabolik faaliyetler için gerekli bazı maddelerin bitkide farklı bölgelere taşınması gerekir. Floemde besinler çift yönlü taşınır ve bu taşınma sırasında enerji harcanır. Floemdeki taşınma hızı ksilemdekine göre daha yavaştır.

Bitkilerde fotosentez sonucu üretilen besinlerin floemde taşınması **basınç akış (pozitif basınç) teorisi** ile açıklanır. Bu teoriye göre fotosentezle besinin üretildiği hücrelere **kaynak hücreler**, besinlerin floemle taşınarak kullanıldığı veya depolandığı hücrelere ise **havuz hücreler** denir. Mevsime bağlı olarak bazı kaynak hücreleri havuz, bazı havuz hücreleri de kaynak görevi görebilir. Örneğin soğan gibi bir depo organı mevsime bağlı olarak bir kaynak veya bir havuz olabilir.

Basınç akış teorisine göre bitkide besinin taşınması aşağıdaki sırayla gerçekleşir. Bitkide besinin taşınma şekli Görsel 3.78'de gösterilmiştir.

1. Kaynak hücrede fotosentezle üretilen besin maddeleri arkadaş hücrelerine geçer.
2. Arkadaş hücrelerinden kalburlu borulara geçen besin maddeleri (sukroz, amino asitler gibi), kalburlu boru hücrelerinin hücre içi yoğunluğunu artırır. Bu sayede kalburlu boru hücreleri artan ozmotik basınç ile ksilemden su çeker.
3. Kalburlu boru hücrelerine suyun girmesiyle ozmotik basınç azalırken turgor basıncı artar. Turgor basıncının etkisiyle hücre içindeki besin içeren floem öz suyu, bulunduğu hücreden diğer hücreye geçer.
4. Kalburlu boru hücrelerinde ilerleyen besin içeren floem öz suyu, depo edileceği yere geldiğinde difüzyon ya da aktif taşıma ile önce arkadaş hücrelerine oradan da depo edileceği havuz hücrelerine geçer ve burada depolanır.
5. Kalburlu borulardaki besin maddeleri havuz hücrelerine geçtiği için ozmotik basınç düşer. Kalburlu borular içindeki su tekrar ksileme geçer. Böylece bitkilerde fotosentez ile üretilen organik maddelerin taşınması sağlanmış olur.



Görsel 3.78: Bir kalburlu boruda basınç akış teorisi

3.2.4. BİTKİLERDE SU VE MADDE TAŞINMASI İLE İLGİLİ DENEY TASARIMI

Bitkilerde su ve madde taşınmasında terleme kohezyon kuvvetinin etkisini gözlemleyebileceğiniz bir deney tasarlayabilirsiniz.

6. Etkinlik Laboratuvar





Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Bitkilerde Su ve Madde Taşınması
Etkinliğin Amacı	Bitkilerde su ve madde taşınmasının gözlemlenebileceği bir deney tasarlayabilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin tasarlanması: 20 dakika, Tasarının sunulması: 20 dakika

Uygulama

(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını sağlar.)

- Oluşturulan grup arkadaşlarınızla bitkilerde su ve madde taşınmasını gözlemleyebileceğiniz bir deney tasarlayınız.
- Yandaki karekodu okutarak Deney Tasarlama Formu'nu doldurunuz.

Sonuçlandırma

1. Grup sözcüsü seçerek tasarladığınız deneyi 5-10 dakikalık bir sunuyla diğer gruplara sununuz.
....
....
2. Tasarladığınız deney ile diğer grupların tasarladığı deneyler arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir?
....
....
3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

7. Etkinlik Laboratuvar



Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Bitkilerde Terlemenin Suyun Taşınmasına Etkisi
Etkinliğin Amacı	Bitkilerde terlemenin suyun taşınmasındaki etkisinin gözlemleneceği bir deney tasarlayabilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin Tasarlanması: 20 dakika, Tasarının sunumu: 20 dakika

Uygulama

(Öğretmen tarafından beşer kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Oluşturulan grup arkadaşlarınızla bitkilerde terlemenin suyun taşınmasına etkisini gözlemleyebileceğiniz bir deney tasarlayınız.
- Yandaki karekodu okutarak deney tasarlama formunu doldurunuz.

Sonuçlandırma

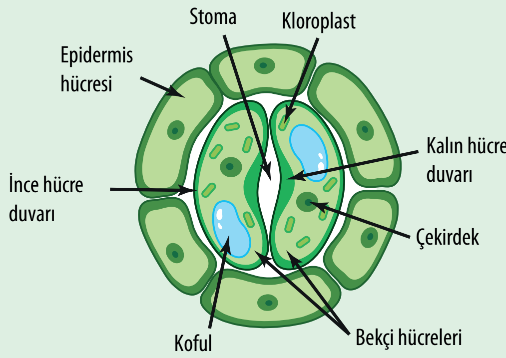
1. Grup sözcüsü seçerek tasarladığınız deneyi 5-10 dakikalık bir sunuyla diğer gruplara sununuz.
....
....
2. Tasarladığınız deney ile diğer grupların tasarladığı deneyler arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir?
....
....
3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

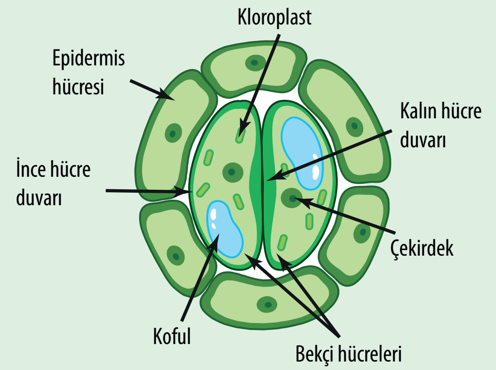
ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda terlemeye etki eden genetik ve çevresel faktörler karışık olarak verilmiştir. Çevresel faktörlere ait olanların başına (Ç), genetik faktörlere ait olanların başına (G) yazarak faktörleri belirleyiniz.

a) (...)	Yaprak yüzeyinin genişliği	b) (...)	Yapraktaki tüy miktarı
c) (...)	Havanın nemi	ç) (...)	Bekçi hücrelerindeki CO_2 miktarı
d) (...)	Sıcaklık	e) (...)	Stoma sayısı
f) (...)	Kütikula kalınlığı	g) (...)	Topraktaki su miktarı

2. Aşağıdaki görselde stomaların açılıp kapanma olayı gösterilmiştir. Görsellere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.





a) Bekçi hücrelerinde glikoz artışı, $C0_2$ artışı, turgor artışı ve K^+ azalışı stomaların açılıp kapanmasında nasıl bir etki gösterir? Açıklayınız.

....

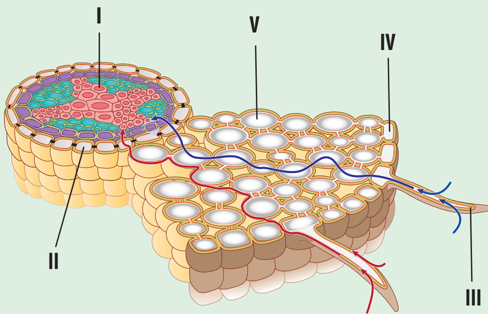
....

b) Stoma bekçi hücreleri ile epidermis hücreleri arasında ortak gerçekleşen hücresel olaylar nelerdir?

....

....

3. Aşağıdaki görselde topraktan emici tüylerle alınan suyun ksileme kadar taşınma yolları gösterilmiştir. Görsele göre soruları yanıtlayınız.



a) Numaralandırılmış yapıların isimlerini yazınız.

I. ....

II. ....

IIII. ....

IV. ....

V. ....

b) Emici tüylerle alınan suyun ksileme taşınırken numaralandırılmış yapılardan geçiş sırasını belirtiniz.

....

....

c) Mavi ve kırmızı yolların isimlerini yazarak taşınımın en hızlı olduğu yolu belirtiniz.

....

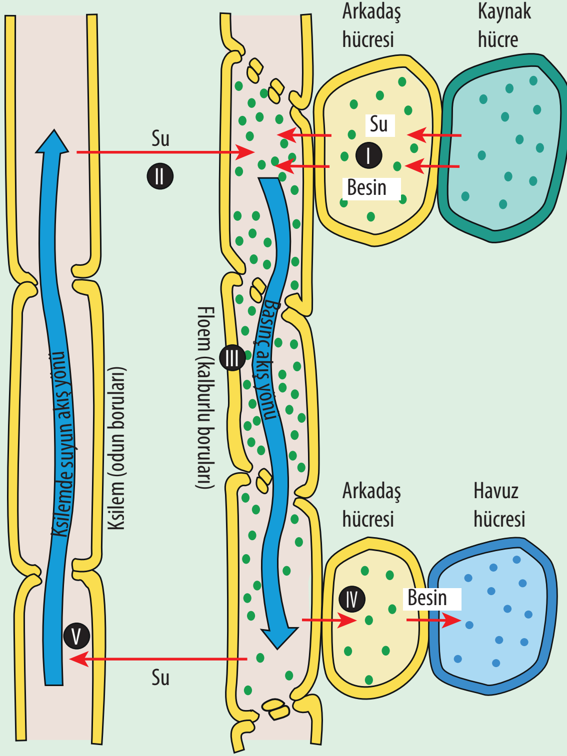
....

ç) Numaralandırılmış yapılardan hangisi su moleküllerini belirli bölgelerden geçmeye zorlar?

....

....

4. Floemdeki besin maddesi taşınması ile ilgili verilen aşağıdaki görselde belirtilen numaraların bulunduğu kısımlarda hangi olayların gerçekleştiğini yazınız.



I. ....

....

....

II. ....

....

....

III. ....

....

....

IV. ....

....

....

V. ....

....

....

5. Aşağıda verilen durumlar bitkilerde terleme hızını nasıl etkiler? Verilen grafik üzerine çizerek gösteriniz.



3. BÖLÜM

3.3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Bu bölümde

- Çiçeğin kısımlarını ve görevlerini,
- Çiçekli bitkilerde döllenmeyi, tohum ve meyve oluşumunu,
- Tohum çimlenmesinin nasıl gerçekleştiğini,
- Çimlenme ve dormansi arasındaki ilişkiyi öğreneceksiniz.

ANAHTAR KAVRAMLAR

Çiçek

Çimlenme

Dormansi

Döllenme

Meyve

Tohum

Tozlaşma

Üreme hücreleri

BOMBUS YABAN ARILARI BİTKİLERİN ÇİÇEKLENMESİNİ HIZLANDIRIYOR

Bitki komünitelerinin devamlılığı ve ekosistem dengesinin korunması, bitkiler ve tozlaşmalarını sağlayan polinatör (tozlaştırıcı) böcekler arasındaki ilişkinin sürdürülebilmesine bağlıdır. Bu bakımdan polinatör böcekler, küresel biyoçeşitliliğin anahtar bileşenidir. Domates, patlıcan ve biber olmak üzere seralarda yetişen bitkilerin döllenmesini gerçekleştiren Bombus arıları (Görsel 3.79), doğanın dengesini bozmadan tarımsal üretime katkıda bulunmaktadır. Bu arılar, gün boyunca döllenmeye ihtiyaç duyan çiçekleri ziyaret ederek döllenmeyi sağlamaktadır.



Görsel 3.79: *Bombus pascuorum* (Bombus paskuarum) Bombus arısı

İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü Çevre Sistemleri Bölümü bilim insanlarının yaptığı araştırmaya göre Bombus arıları, polenlerin az olduğu durumlarda ısırıcı ağız parçaları ile bitki yapraklarını keserek bitkilerdeki çiçeklenme sürecini hızlandırmaktadır. Yapılan laboratuvar çalışmalarında, arılar tarafından mekanik olarak hasar verilmiş yapraklara sahip bitkilerin hasarsız olanlara göre daha erken çiçeklendiği gözlenmiştir. Bombus arılarının hortumlarını ve çenelerini bitki yapraklarında belirgin şekillerde kesikler açmak için kullandıkları ve bu olayı sadece birkaç saniye içerisinde gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bununla birlikte kesilen parçaların beslenmek için kullanıldığına ya da malzemenin kovana taşındığına dair bir kanıt bulunamamıştır. Araştırmacılar yapraklara verilen hasarın çiçeklenmeyi etkilemek için gerçekleştirildiğini öngörmüşlerdir. Deneylerinde Bombus arılarının bir yaprakta 5 veya 10 delik açmasına izin verirlerken, aynı işlemi mekanik kesiciler ile yapay olarak gerçekleştirmişlerdir. Yapraklarına hasar verilen bitkilerin çiçeklenme sürelerinde gelişme kaydedilirken, arı kaynaklı hasar sonucunda çiçeklenmenin yapay olana göre çok daha erken gerçekleştiği belirtilmiştir. Bombus arılarının polen azlığında yapraklara hasar verdiğini tespit etmek için polence zengin ve polence fakir ortamlarda koloniler üzerinde çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Polenin bol olduğu ortamlarda yapraklara verilen hasarın oldukça az, polenin kıt olduğu ortamlarda ise yapraklardaki hasarın belirgin şekilde daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca polen yoksunluğu süresinin artırılması arıların yapraklara verdiği mekanik hasarın miktarını da artırmıştır. Doğal ortamlarda yürütülen çalışmalar da elde edilen verileri doğrulamıştır. Bölgesel bitki popülasyonunun ve arı kolonilerinin varlığının sürdürebilmesi için arıların bu davranışının önemli olduğu belirtilmektedir.

Tuncay Baydemir, *Bombus Yaban Arıları Bitkilerin Çiçeklenmesini Hızlandırıyor*

(Düzenlenmiştir.)

- Metinden yararlanarak bölgesel bitki popülasyonunun sürekliliğinin sağlanmasında ve ekosistemde dengenin korunmasında arıların oynadığı rolü tartışınız.

BİR FİKRİN VAR MI?



- Görseldeki bitkilerden hangileri meyve hangileri sebzedir? Bu gruplamayı neleri dikkate alarak yaptınız?

....

....

3.3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

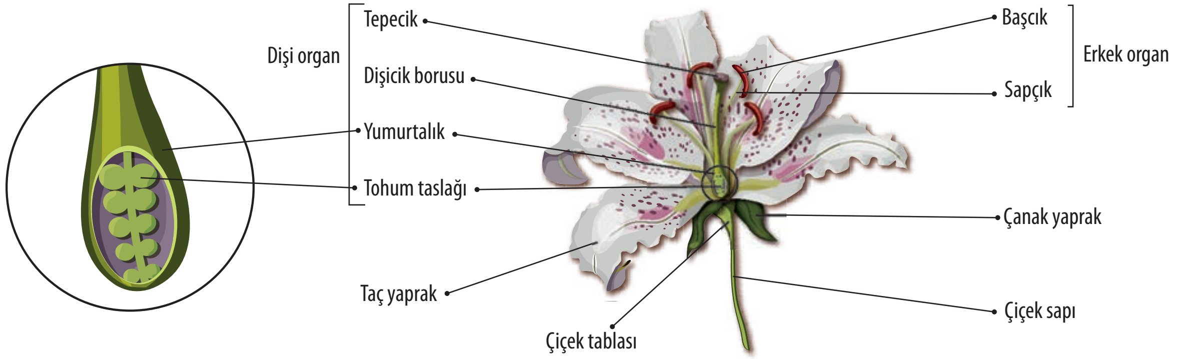
Bitkilerde eşeyli ve eşeysiz olarak iki tip üreme görülür. Eşeysiz üreme sonucu kalıtsal yapısı aynı olan bitkilerden çok sayıda üretilebilir ve bitkilerde genetik çeşitlilik olmaz. Eşeyli üreme sonucunda ise kalıtsal yapısı farklı olan bitkiler üretilebilir ve genetik çeşitlilik olur. Bu sayede eşeyli üreme ile çoğalan bitki türünün farklı çevrelere yayılma şansı yüksek ve değişen çevre şartlarına uyum sağlama yeteneği daha fazladır.

Tohumlu bitkiler eşeyli üreme ile çoğalırlar ve tohum durumlarına göre iki grupta incelenirler. Açık tohumlu bitkilerde üreme organı kozalaklar, kapalı tohumlu (çiçekli) bitkilerde çiçeklerdir.

Bu bölümde çiçekli bitkilerde tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu anlatılacaktır.

3.3.1. ÇİÇEĞİN YAPISI VE KISIMLARI

Çiçekler, yaprakların değişimi ile meydana gelmiş yapılardır. Çiçek sapı denen sürgünün ucunda yer alırlar. Kapalı tohumlu bitkiye ait çiçek genel olarak dıştan içe doğru çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ ve dişi organdan oluşur. Bir çiçeğe yukarıdan bakıldığında bu organların iç içe geçmiş halkalar şeklinde düzenlendikleri görülür. Genel olarak çiçeğin yapısı Görsel 3.80'de gösterilmiştir.



Görsel 3.80: Kapalı tohumlu bitkilerde çiçeğin genel yapısı

Dıştan içe doğru çiçeğin kısımları şunlardır:

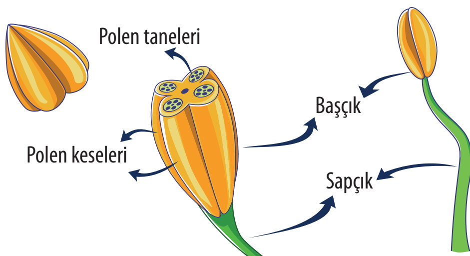
Çiçek sapı (pedisel), çiçeğin taşınmasını sağlar.

Çiçek tablası (reseptakulum), çiçeğin tüm yapılarının bağlandığı çiçek sapının üstünde olan bölümdür.

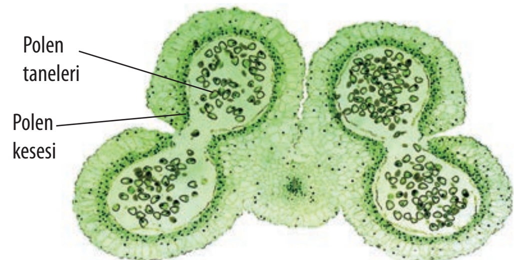
Çanak yaprak (sepal), genellikle yeşil renkli olan ve fotosentez yapabilme yeteneğine sahip olan yapraklardır. Çiçek tomurcukları açmadan önce onları sarıp koruyan çanak yapraklar çiçeğin en dışında bulunur.

Taç yaprak (petal), birçok çiçekte parlak renkler içerip böceklerin ve diğer tozlaştırıcıların ilgisini çekerek tozlaşmaya yardımcı olan yapraklardır.

Erkek organ (stamen), sapçık (filament) ve **başçık (anter)** olmak üzere iki kısımdan oluşur (Görsel 3.81). Sapçık başçığı taşır ve ve onun hareketliliğini sağlar. Başçıkta polen keseleri bulunur. Bu keseler polenlerin üretildiği ve depolandığı kısımdır (Görsel 3.82). Bir çiçekte erkek organ sayısı genelde fazladır.

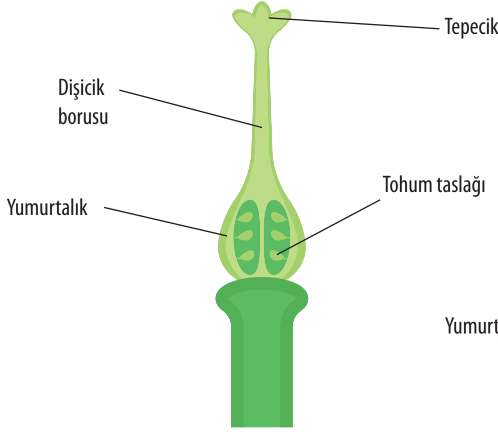


Görsel 3.81: Kapalı tohumlu bitkilerde erkek organın genel yapısı

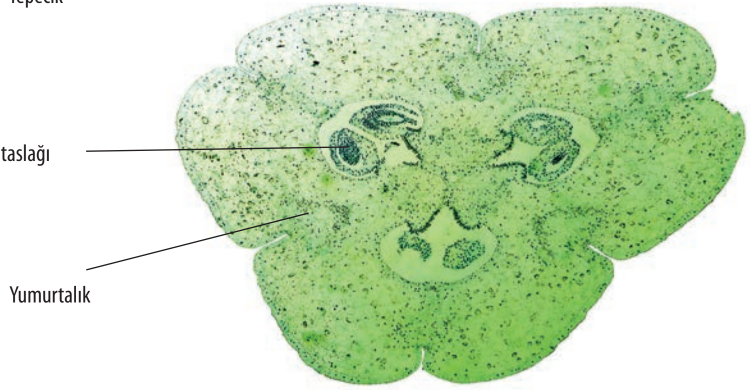


Görsel 3.82: Kapalı tohumlu bitkilerde başçığın enine kesiti

Dişi organ (pistil, karpel); yumurtalık (ovaryum), tepecik (stigma) ve **dişicik borusu (stilus)** olmak üzere üç kısımdan oluşur (Görsel 3.83). Tepecik, polenlerin tutulmasını; dişicik borusu ise polen tüpünün yumurtalığa geçişini sağlar. Yumurtalıkta tohum taslağı bulunur (Görsel 3.84). Dişi organ bir çiçekte bir veya birden fazla sayıda olabilir.



Görsel 3.83: Kapalı tohumlu bitkilerde dişi organın genel yapısı



Görsel 3.84: Kapalı tohumlu bitkilerde ovaryumun enine kesiti

Kapalı tohumlu bitkilerin çiçek yapısında çanak yaprak, taç yaprak, erkek ve dişi organın bulunup bulunmamasına göre çiçekler **tam çiçek** ve **eksik çiçek** olarak gruplandırılır.

Dişi organ, erkek organ, taç yapraklar ve çanak yaprakların tamamını bulunduran çiçeklere **tam çiçek** (hermofradit = erselik) denir. Gül, elma, şeftali, erik, portakal, kaplan zambağı (Görsel 3.85) tam çiçeğe sahip bitkilerdir.

Çiçeğin yapısında bu dört organdan biri veya daha fazlası eksik olan çiçeklere **eksik çiçek** denir. Ceviz, kavak gibi bitkiler eksik çiçeğe sahiptir. Eksik çiçek, erkek organ taşıyorsa **erkek çiçek** (Görsel 3.86), dişi organ taşıyorsa **dişi çiçek** olarak adlandırılır (Görsel 3.87).



Görsel 3.85: Kaplan zambağında tam çiçek



Görsel 3.86: Kivi bitkisi erkek çiçeği



Görsel 3.87: Kivi bitkisi dişi çiçeği

Kapalı tohumlu bitkiler, erkek ve dişi çiçeğin aynı ya da farklı bitki üzerinde bulunmalarına göre tek evcikli (monoik) ve çift evcikli (dioik) olarak gruplandırılır. Dişi ve erkek çiçekler aynı bitki üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere **tek evcikli (monoik)** adı verilir. Kabak (Görsel 3.88), karpuz, ceviz, mısır tek evcikli bitkilere örnektir. Eğer erkek ve dişi çiçekler farklı bitkiler üzerinde bulunuyorsa bu bitkilere **çift evcikli (dioik)** denir. Hurma, incir, kivi, dut (Görsel 3.89, Görsel 3.90) dioik bitkilere örnektir.



Görsel 3.88: Kabak bitkisi (tek evcikli)



Görsel 3.89: Erkek dut ağacı (çift evcikli)



Görsel 3.90: Dişi dut ağacı (çift evcikli)

8. Etkinlik Laboratuvar




Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Kapalı Tohumlu Bitkilerde Çiçek Yapılarının İncelenmesi
Etkinliğin Amacı	Kapalı tohumlu bitkilerde çiçek yapılarını gözlemleyip karşılaştırabilme.
Etkinliğin Süresi	40 dakika
Araç Gereç	Zambak çiçeği, kabak çiçeği, ayçiçeği gibi eksik ve tam çiçek örnekleri, beyaz kâğıt, bistüri, büyüteç

Uygulama

(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Getirdiğiniz çiçek örneklerini bütün olarak inceleyiniz.
- Beyaz kâğıdın üzerine çiçekleri sallayın ve dökülen tozları inceleyiniz.
- Çiçek örneklerini dıştan içe doğru inceleyiniz.
- Bistüri veya pens yardımı ile çiçekten yaprak kısımlarını ayırınız ve büyüteçle inceleyiniz.
- Bistüri veya pens yardımı ile çiçekten üreme organlarını ayırınız ve büyüteçle inceleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Çiçekleri yapılarına göre sınıflandırınız. Yaptığınız sınıflandırmayı arkadaşlarınızın sınıflandırmalarıyla karşılaştırınız.

....

....

2. Dökülen çiçek tozlarını büyüteçle inceleyerek fiziksel özelliklerini belirleyip karşılaştırınız.

....

....

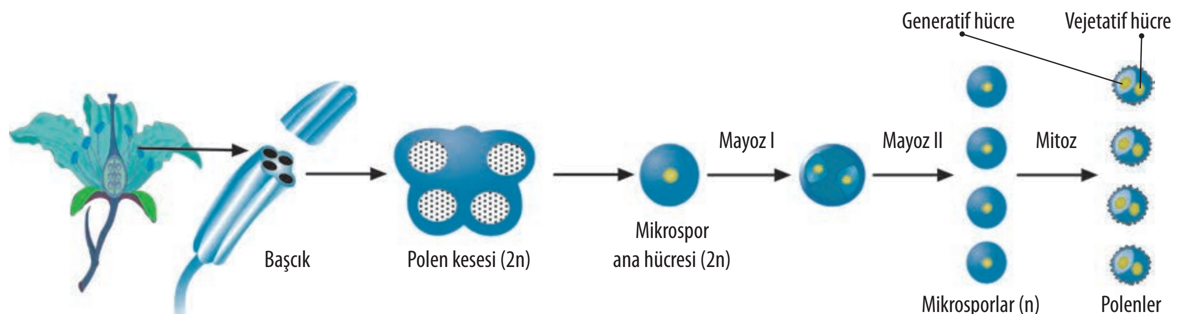


3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

A. Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

a) Erkek Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Erkek üreme hücrelerinin üretimi başçıkta gerçekleşir. Başçıkta, dört polen kesesi ve bu keselerin içinde çok sayıda **polen ana hücresi** bulunur. Polen ana hücreleri diploit (2n) kromozomludur. Polen ana hücresine **mikrospor ana hücresi** denir. Her mikrospor ana hücresi mayoz bölünme ile **mikrospor** adı verilen haploit (n) kromozomlu dört tane hücre meydana getirir. Her mikrospor mitoz bölünme geçirir. Bu mitoz bölünmede bir tanesi **vejetatif (tüp) hücre** diğeri ise **generatif (üretken) hücre** olarak adlandırılan iki hücre oluşur. Polenin olgunlaşması sırasında generatif hücre vegetatif hücrenin içine girer. Çiçekli bitkilerde polen oluşumu Görsel 3.91'de gösterildiği gibi gerçekleşir.

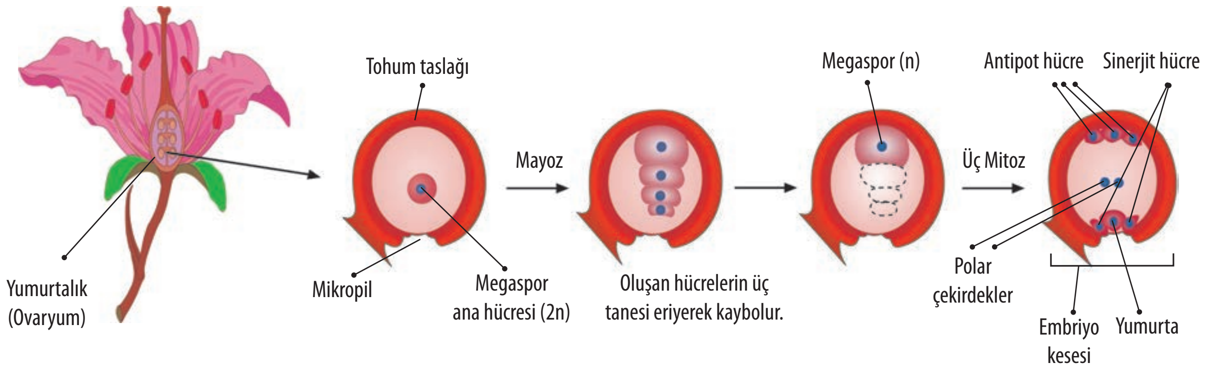


Görsel 3.91: Kapalı tohumlu bitkilerde polen oluşumu

Polenler farklı yapısal özelliklere sahiptir. Rüzgârla tozlaşan bitkilerin polenleri, genellikle hafif ve düz yüzeyli; böcek, kuş vb. canlılarla tozlaşan bitkilerin polenleri ise daha ağır, desenli ya da çıkıntılı bir yapıya sahiptir. Bitkilerde polen yapısı türe özgüdür. Bu nedenle bitkilerin sınıflandırılmasında polenlerin şekil, renk ve yapısal özelliklerine de bakılır.

b) Dişi Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Dişi üreme hücresi, yumurtalıkta üretilir. Yumurtalığın içinde bir ya da daha fazla tohum taslağı bulunur. Tohum taslağı içinde diploit kromozomlu **megaspor ana hücresi** vardır. Bu hücre, mayoz bölünme geçirerek dört tane haploid kromozomlu **megasporu** oluşturur. Genellikle bu dört megaspor hücresinin üçü eriyerek yok olur. Geri kalan megaspor çekirdeği sitokinez olmadan üç kez mitozla bölünür böylece sekiz haploit çekirdeğe sahip büyük bir hücre meydana gelir. Çok çekirdekli bu hücre, daha sonra embriyo kesesini oluşturmak için zarlarla bölünür. Bunlardan üçü bir kutba yerleşir, bunlara **antipot hücreler** denir. Diğer üçü ise ovaryum açıklığının olduğu taraftaki zıt kutba yerleşir. Bu üç hücreden ortadakine **yumurta hücresi**, yumurta hücresinin iki yanında bulunan hücrelere de **sinerjit hücreler** denir. Zarla çevrili olmayan iki çekirdek ise ortaya gelir ve bu çekirdekler **polar çekirdekler (n+n)** olarak adlandırılır. Polar çekirdeklerin etrafında zar oluşmaz. Sonuçta tohum taslağının döllenmeye hazır hâle geldiği altı hücre ve sekiz çekirdekten oluşan bu yapısına **embriyo kesesi** denir (Görsel 3.92).



Görsel 3.92: Kapalı tohumlu bitkilerde embriyo kesesinin oluşumu

B. Tozlaşma

Erkek organda oluşan ve olgunlaşan polenlerin böcekler, kuşlar, rüzgâr, su vb. etkenlerle dişi organın tepecik kısmına taşınmasına **tozlaşma (polinasyon)** denir. Tozlaşmanın %80'i hayvanlar aracılığı ile %20'si rüzgâr ve suyla gerçekleşir.

Rüzgârla tozlaşan bitkilerin üreme organları genellikle gösterişsiz ve küçük yapıdadır ancak polen sayısının çok olması tozlaşmayı garanti altına alır. Buğday, ceviz, çam, kavak ve çimlerde rüzgârla tozlaşma görülür. Çiçekli bitkilerin büyük bir kısmında tozlaşma böcek (Görsel 3.93), kuş (Görsel 3.94) ve yarasa (Görsel 3.95) gibi diğer tozlaştırıcı hayvanlarla gerçekleşir. Bitkilerin çiçekleri salgıladıkları değişik kokularla, ürettikleri bal özü gibi maddelerle, parlak ve güzel renkleriyle tozlaştırıcı hayvanları kendine çeker. Güve ve yarasalarla tozlaşan çiçekler gece açar. Çünkü güveler ve yarasalar gece aktiftir. Bitkilerde tozlaşmayı kolaylaştırıcı bu özellikler tozlaşmayı artıran adaptasyonlardır.



Görsel 3.93: Arılarla tozlaşma

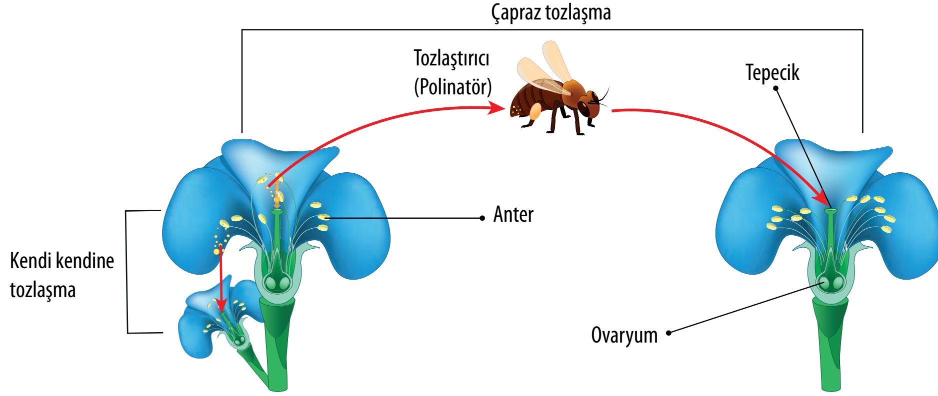


Görsel 3.94: Kuşlarla tozlaşma



Görsel 3.95: Yarasalarla tozlaşma

Bir çiçeğin dişi organına aynı çiçekten veya aynı bitkinin başka çiçeğinden polenlerin taşınmasına **kendi kendine tozlaşma** denir. Bir bitkinin çiçeğindeki polenin, aynı türden başka bir bitkinin dişi organına taşınmasına ise **çapraz tozlaşma** denir (Görsel 3.96). Çapraz tozlaşma kendi kendine tozlaşmaya göre daha fazla genetik çeşitlilik meydana getirir. Kendi kendine tozlaşmanın engellenmesi için monoik ve hermafrodit bitkilerde üreme hücrelerinin oluşma zamanı farklıdır. Bu da daha fazla genetik çeşitliliğin ortaya çıkması için kendi kendine tozlaşmayı engelleyen bir adaptasyondur. Tozlaşma insanlar tarafından da isteğe bağlı gerçekleştirilebilir. İnsan eliyle yapılan tozlaşma ise **suni tozlaşma** olarak adlandırılır.



Görsel 3.96: Kendi kendine ve çapraz tozlaşma

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

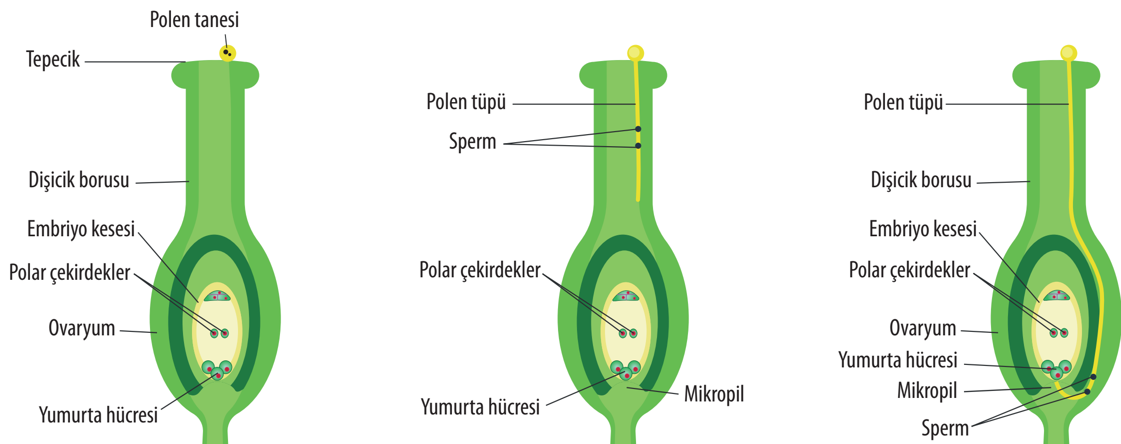
Çiçekli bitkilerin çoğunda neden uzun yapılı bir dişicik borusu bulunmaktadır?

3.3.2. ÇİÇEKLİ BİTKİLERDE DÖLLENME, TOHUM VE MEYVE OLUŞUMU

A. Döllenme

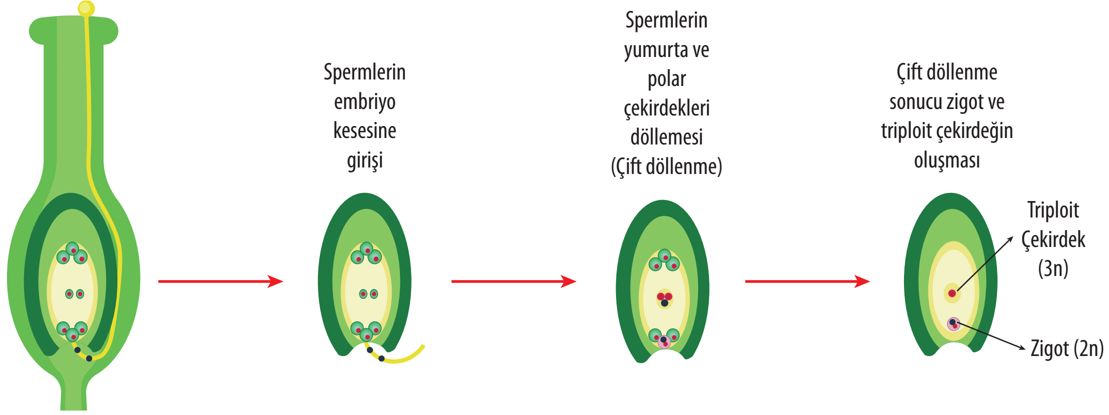
Tozlaşma ile polen, dişi organın tepeciğine gelir. Nemli ve yapışkan olan tepeciğin üzerinde su alarak çimlenir ve polenin vejatatif hücresi polen tüpünü oluşturur. Polen tüpü spermi ovaryuma ileten hücresel bir çıkıntı şeklindedir. Bu çıkıntı dişicik borusunun içine doğru uzanarak polen tüpünü oluşturur. Polen tüpü, sinerjitler tarafından üretilen kimyasal uyarana cevap verip, dişi organın tepecik kısmından aşağıya doğru büyüyerek embriyo kesesine ulaşır. Oluşan polen tüpünde ilerleyen generatif hücre, bir mitoz bölünme geçirerek haploid kromozomlu iki **sperm** oluşturur. Sperm, polen tüpündeki tohum taslağının **mikropil** adı verilen açıklığına ulaştığında tüpün ucu erir ve spermler yumurtalığa girer.

Dişi organ içerisinde polen tüpü oluşumu ve spermlerin yumurtalığa geçişi Görsel 3.97'de gösterilmiştir.



Görsel 3.97: Polen tüpü oluşumu ve spermlerin yumurtalığa geçişi

Sperm hücrelerinden biri, yumurta hücresini dölleyerek diploit kromozomlu **zigotu** (2n) oluşturur. Diğer sperm hücresi ise iki polar çekirdek ile birleşerek **triploit çekirdeği** (3n) oluşturur. Embriyo kesesinde iki spermin farklı çekirdeklerle birleşmesi olayına **çift döllenme** denir (Görsel 3.98). Zigot, embriyoyu oluşturmak için mitoz bölünmeler geçirir. Triploit çekirdek ise hızla mitoz bölünmeler geçirerek tohumun besinlerinin depolanacağı **endosperm** dokusunu (besi dokusu) oluşturur.



Görsel 3.98: Çift döllenme

Sperm (n) + yumurta (n) $\xrightarrow{\text{1. döllenme}}$ zigot (2n) $\xrightarrow{\text{Mitoz}}$ embriyo (2n)

Sperm (n) + polar çekirdek (n + n) $\xrightarrow{\text{2. döllenme}}$ triploit çekirdek (3n) $\xrightarrow{\text{Mitoz}}$ endosperm (3n)

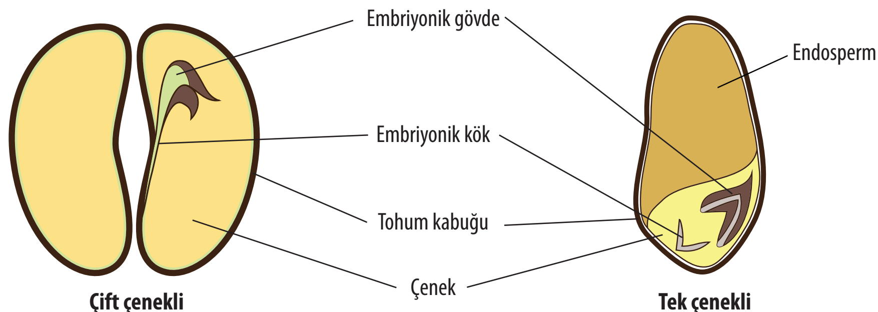
B. Tohum Oluşumu

Tohum, tohumlu bitkilerin üreme ve yayılmasını sağlayan, tohum taslağının farklılaşması ile oluşan yapıdır. Başarılı bir tozlaşma ve döllenmeden sonra her bir tohum taslağı bir tohuma dönüşür. Bu işlem sırasında hem endosperm hem de embriyo gelişir. Olgun bir tohum dıştan içe doğru tohum kabuğu, besi doku (endosperm) ve uyku hâlindeki embriyodan oluşur.

Tohum kabuğu, tohum taslağı örtüsünün gelişmesiyle oluşur ve tohumu dış etkilere karşı korur.

Endosperm, çoğunlukla embriyodan önce gelişmeye başlar. Endosperm; karbohidrat, yağ veya protein gibi besin maddelerini depolar ve embriyoya çenekler aracılığı ile besin sağlar. Örneğin fasulye gibi bazı çift çenekli bitkilerde ise endospermin besin kaynakları, tohum gelişimini tamamlamadan önce çeneklere gönderilir. Sonuç olarak olgunlaşan tohumda endosperm çeneklerde bulunur. Böyle bitkilerde çimlenme için gerekli besin, çeneklerden sağlanır.

Embriyo, zigotun çok sayıda mitoz geçirmesiyle oluşur. Embriyonun yapısında **embriyonik kök, embriyonik gövde** ve **çenek** adı verilen yapılar bulunur. Embriyonik kök bitkinin kök sistemini, embriyonik gövde ise sürgün sistemini oluşturur. Tohumlu bitkilerde embriyoyu kaplayan etli kısma **çenek** denir. Çenekler, tohum gelişirken endospermden besin emer ve çimlenme sırasında bunları embriyoya iletir. Tohum taslağında iki çenek bulunduran bitkilere **çift çenekli bitkiler**, bir çenek bulunduran bitkilere ise **tek çenekli bitkiler** denir. Fasulye çift çenekli, buğday tek çenekli bitkilere örnektir (Görsel 3.99).



Görsel 3.99: Fasulye (çift çenekli) ve buğdayda (tek çenekli) tohum yapısı

C. Meyve Oluşumu

Çiçekte meydana gelen döllenme bitkide birtakım hormonal değişimlere neden olur. Döllenme olayından sonra çanak ve taç yapraklar dökülür. Erkek ve dişi organlar solar. Tohumu kuşatmış olan ovaryum etlenerek şişkinleşir ve meyveye dönüşür. Meyve, uyku hâlindeki tohumların korunmasını ve yayılmasını sağlayacak şekilde özelleşmiş yapıdadır.

Meyveler; basit meyve, küme meyve ve bileşik meyve olmak üzere üç gruba ayrılarak incelenir.

a) Basit meyve: Bir çiçeğe ait tek bir yumurtalığın gelişmesiyle oluşan meyveye denir. Örneğin portakal, limon, kayısı, üzüm, erik, bezelye, bakla ve kiraz (Görsel 3.100) gibi meyveler basit meyvelerdir.

b) Küme meyve (agregat): Bir çiçeğe ait birbirinden ayrı yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle oluşan meyvelerdir. Örneğin çilek, dut, böğürtlen (Görsel 3.101) gibi meyveler küme meyvelerdir.

c) Bileşik meyve: Bir çiçek sapına bağlı birden fazla çiçeğe ait yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle meydana gelen meyvelere denir. Ananas bileşik meyvelere örnek verilebilir (Görsel 3.102).

Bazı kapalı tohumlu bitkilerde yalnız yumurtalığın gelişmesiyle oluşan meyvelere **gerçek meyve** denir. Kiraz (Görsel 3.100) gerçek meyveye örnektir. Yumurtalıkla birlikte çiçeğin diğer kısımlarının da meyve oluşumuna katılmasıyla oluşan meyvelere **yalancı meyveler** denir. Çilek, elma (Görsel 3.103) ise yalancı meyveye örnektir. Gerçek ve yalancı meyveler aynı zamanda basit, küme ve bileşik meyve olarak da sınıflandırılır.



Görsel 3.100: Kiraz (basit meyve)



Görsel 3.101: Böğürtlen (küme meyve)



Görsel 3.102: Ananas (bileşik meyve)



Görsel 3.103: Elma (yalancı meyve)

Bitkilerin üreme ve yayılmasında meyveler önemli bir yere sahiptir. Meyvelerin ve tohumların yayılması, bitkinin neslinin devamını sağlar. Meyvelerin yayılmasında hayvanlar, su, rüzgâr vb. faktörler etkilidir.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Meyvenin etli kısmı, hücre çeperi bileşenlerini parçalayan enzimlerin faaliyeti sonucu yumuşar. Organik asitleri ve nişasta molekülleri şekere dönüştürüldükçe meyve tatlanır. Olgun meyvede şeker konsantrasyonu %20'ye çıkabilir (Urry ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 831)

Bazı tohumlar rüzgâr yardımı ile taşınırlar. Akçaağacın kanatlı meyvesi yere düşerken helikopter pervanesi gibi döner. Böylece yere çökmesi gecikir ve meyve, içindeki tohumun rüzgârla uzak yerlere taşınmasını sağlar. (Görsel 3.104). Sincap gibi bazı hayvanlar tohumları ve meyveleri toprağa gömerler. Hayvan gizlediği yeri unutunca tohumlar çimlenir (Görsel 3.105). Dikenli meyve kabukları hayvanların kürklerine, kuşların tüylerine ve insan giysilerine tutunarak taşınır (Görsel 3.106). Hayvanlar, bazı meyve çekirdeklerini sindirmeden dışkıyla birlikte başka alanlara bırakabilir. Bazı tohumlar ise meyve kabuğunun kuruyup dökülmesi ile çevreye yayılır.



Görsel 3.104: Akçaağaç tohumun rüzgâr ile taşınması



Görsel 3.105: Sincap ile tohumların taşınması



Görsel 3.106: Deve dikeninin giysilerle taşınması

3.3.3. TOHUM ÇİMLENMESİ

Olgunlaşmış tohumdaki embriyonun uygun koşullarda yeni bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkıp gelişmesine **çimlenme** denir. Tohumun çimlenmesinde genetik ve çevresel faktörler etkilidir. 9. etkinliği yaparak tohum çimlenmesinde etkili olan faktörleri belirleyebilirsiniz.

9. Etkinlik — Laboratuvar




Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Bitki Tohumlarında Çimlenme ve Çimlenmeyi Etkileyen Faktörler
Etkinliğin Amacı	Tohumun çimlenmesinde etkili faktörleri tespit edebileceği bir deney tasarlayabilme
Etkinliğin Süresi	Deneyin tasarlanması: 20 dakika, Tasarımın sunulması: 20 dakika
Araç Gereç	Fasulye tohumları, su, pamuk, her deney grubu için ikişer adet, kontrol grubu için bir adet petri kabı, kapaklı karton kutu, cam kalemi, cam fanus

Uygulama

(Öğretmen tarafından altışar kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.)

- Deneylerinizi tasarlarken belirlenen araç gereçleri kullanınız.
- Çevresel faktörlerden sıcaklığın çimlenmeye etkisini gözlemeyeceğiniz bir deney tasarlayınız.
- Çevresel faktörlerden oksijenin çimlenmeye etkisini gözlemeyeceğiniz bir deney tasarlayınız.
- Çevresel faktörlerden ışığın varlığının çimlenmeye etkisini gözlemeyeceğiniz bir deney tasarlayınız.
- Çevresel faktörlerden suyun çimlenmeye etkisini gözlemeyeceğiniz bir deney tasarlayınız.
- Yandaki karekodu okutarak Deney Tasarlama Formu'nu doldurunuz ve deneyi yapınız.



Sonuçlandırma

1. Grup sözcüsü seçerek tasarladığınız deneyi 5-10 dakikalık bir sunuyla diğer gruplara sununuz.
....
....
2. Yaptığınız deney ile diğer grupların yaptığı deneyler arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir?
....
....
3. Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.



Çimlenme için gerekli çevresel faktörler uygun sıcaklık, yeterli su ve oksijendir.

Sıcaklık, enzimlerin çalışma hızını etkileyen bir faktördür. Birçok bitkinin çimlenmesi için uygun sıcaklık 25 °C civarıdır.

Su, tohum kabuğunun çatlaması ve enzimlerin çalışabilmesi için çimlenmede gerekli olan bir faktördür. Döllenmeden sonra çevreye dağılan tohumlar, uygun ortam şartları oluştuğunda su alır. Tohumun su alması tohum hacmini artırır ve embriyoda metabolik değişiklikleri başlatır. Suyun alınmasıyla aktifleşen enzimler, çenek ve besi dokudaki besin maddelerini sindirir. Böylece embriyonun gelişmesi için gerekli olan enerji sağlanmış olur.

Oksijen, çimlenme sırasında embriyo hücrelerinin oksijen ihtiyacı artar. Bu hücreler henüz fotosentez başlamadığından ihtiyacı olan oksijeni dışarıdan karşılar.

Besin maddelerinden sağlanan enerji ile embriyoda mitoz bölünmeler hızlanır. Mitozla çoğalan embriyo hücreleri, farklılaşarak **embriyonik kök** ve **embriyonik gövdeyi** oluşturur. Tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar. Tohum kabuğundan önce embriyonik kök çıkar ve yer çekimi yönünde toprak içinde büyüyerek bitkinin kökünü oluşturur. Sonra gövde çıkar. Gövde ve yapraklar toprak üstünde gelişir. Fasulye gibi çift çenekli bitkilerde, çimlenme sırasında tohum içinde kalan embriyonik gövde yukarı doğru büyürken çenekler toprak üstünde kalır (Görsel 3.107). Mısır gibi tek çenekli bitkilerin çoğunda (Görsel 3.108) ve bezelye gibi çift çenekli bazı bitkilerde (Görsel 3.109) ise çenekler, toprak altında kalır.


Görsel 3.107: Dikotil fasulye bitkisinde çimlenme


Görsel 3.108: Monokotil mısır bitkisinde çimlenme


Görsel 3.109: Dikotil bezelye bitkisinde çimlenme

10. Etkinlik Laboratuvar



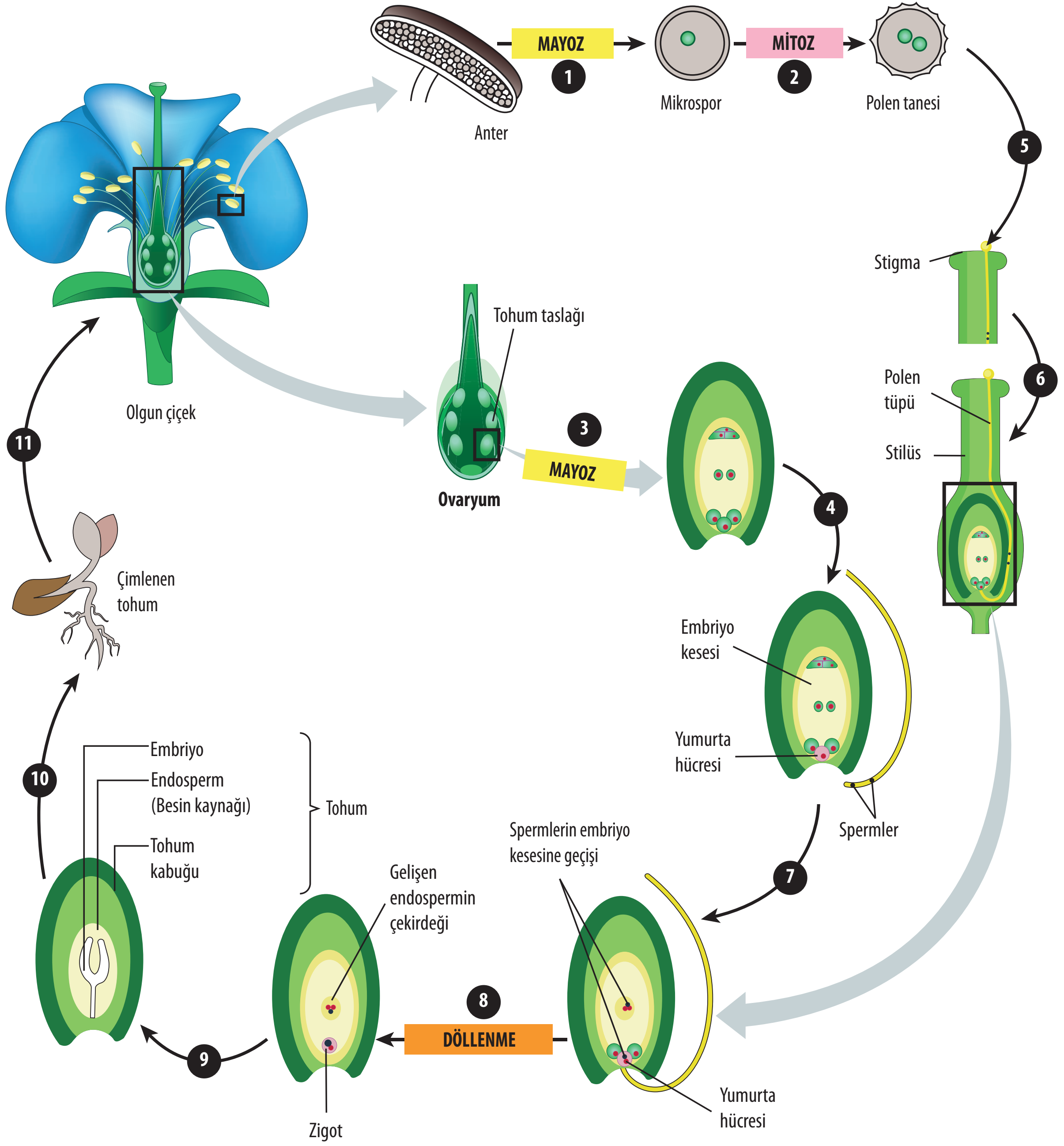
Bu etkinlikte laboratuvar kurallarına uyunuz ve güvenlik önlemlerini alınız.

Etkinliğin Adı	Tek ve Çift Çenekli Bitki Tohumlarında Çimlenme
Etkinliğin Amacı	Tek ve çift çenekli bitki tohumlarında çimlenme farklılıklarını gözlemleyebilme.
Etkinliğin Süresi	Deneyin hazırlanması: 20 dakika, Bekleme süresi: 1 hafta
Araç Gereç	Fasulye, mısır ve bezelye tohumları, pamuk, üç adet petri kabı, su
Uygulama	(Öğretmen tarafından beşer kişilik çalışma grupları oluşturulur. Öğretmen, grup üyeleri arasında görev paylaşımı yapar ve öğrencilerin yardımlaşarak çalışmalarını ister.) • Fasulye, mısır ve bezelye tohumlarını ıslatılmış pamuk arasına koyup petri kaplarına yerleştirip oda koşuluna bırakınız. • Çimlenme gerçeleşinceye kadar pamukları belirli aralıklarla ıslatınız. Bir hafta sonra çimlenen tohumları inceleyiniz.
Sonuçlandırma	**1.** Fasulye, mısır ve bezelye tohumlarının çimlenmesinde ne gibi farklılıklar gözlemlediniz? .... **2.** Yandaki karekodu okutarak Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz. 

3.3.4. DORMANSİ VE ÇİMLENME İLİŞKİSİ

Tohumda büyümenin ve gelişmenin askıya alındığı, embriyoda metabolik hızın son derece düşük olduğu duruma **tohum dormansisi** denir. Tohumlar çimleninceye kadar dormansi (uyku hâli) hâlinde kalır. Tohumların dormansi hâlinde kalmasının nedeni fidelerin hayatta kalması için yeterli miktarda ışık, sıcaklık ve nem olduğu dönemde tohumun çimlenmesini sağlamaktır. Böylece neslin devamlılığı garanti altına alınmış olur. Uyku hâlindeki bir tohumun canlı kalma süresi ve çimlenme yeteneği, tohumda depolanan besin miktarı ve çeşidine, tohum kabuğunun dayanıklılığına ve çevresel koşullara bağlı olarak birkaç gün ya da yıllarca sürebilir. Bazı türlerin tohumları, uygun bir ortamda kısa sürede çimlenirken bazıları uygun bir yere ekilse bile uygun bir çevresel uyaran olmadıkça uyku hâlinde kalır. Bu çevresel faktörler düşük ve yüksek sıcaklık, ışık, yağmur, hayvanların sindirim sistemindeki enzimler olarak sayılabilir. Tohumun dormansi hâlinde kalması çevresel faktörler dışında tohumda bulunan absisik asit miktarıyla ilişkilidir. Tohumun olgunlaşması sırasında absisik asit yüz kat artar. Su oranı %15'in altına düşer. Absisik asit su stresine karşı embriyoyu korur. Bu durum çimlenmeyi engeller. Çevresel faktörler absisik asidin etkisizleşmesine neden olabildiği gibi absisik asidin giberellin hormonuna oranı da tohumun dormanside kalıp kalmamasında etkilidir. Çevresel ve hormonal faktörler uygun hâle geldiğinde tohum, dormansi evresinden çıkar ve çimlenir.

Kapalı tohumlu bitkilerde eşeyli üremenin aşamalarını gösteren Grafik Bilgi 3.1'de gösterilmiştir.

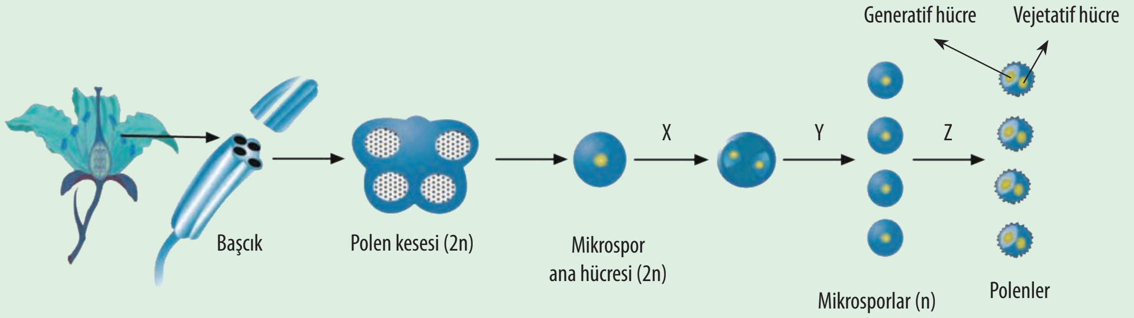


1. Çiçeğin anterleri mayozla mikrosporları üretir.
2. Mikrosporlar mitozla poleni üretir.
3. Ovaryumdaki tohum taslağı mayozla megasporu oluşturur.
4. Megaspor üç mitoz bölünmeyle embriyo kesesini oluşturur.
5. Tozlaşma ile polen tanesi stigmaya taşınır.
6. Polen, polen tüpü ve spermleri oluşturur.
7. Spermler embriyo kesesine boşaltılır.
8. Çift döllenme olayı gerçekleşir.
9. Embriyo gelişimi ve tohum oluşumu gerçekleşir.
10. Tohum çimlenir.
11. Çimlenen tohum gelişerek bitkiyi oluşturur.

Grafik Bilgi 3.1: Kapalı tohumlu bitkilerde eşeyli üreme ile ilgili grafik bilgisi

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki şekillerde polen oluşumu gösterilmiştir. Buna göre aşağıda verilen soruları cevaplayınız.



a) Oluşan hücrelerden hangileri haploittir?

....

....

b) X, Y, Z olaylarından hangilerinde kalıtsal çeşitlilik görülür?

....

....

c) Hangi yapılar döllenmeye katılır?

....

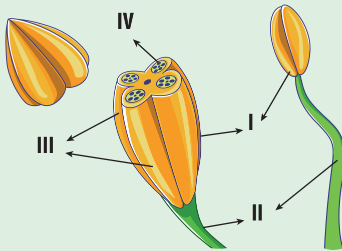
....

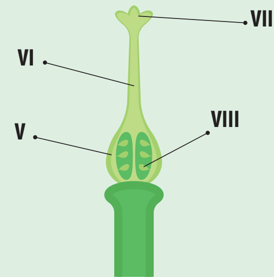
ç) Hangi yapılarda mitoz görülür?

....

....

2. Aşağıda çiçekli bir bitkinin erkek ve dişi organına ait yapılar verilmiştir.





Buna göre numaralandırılmış yapıların isimlerini yazınız.

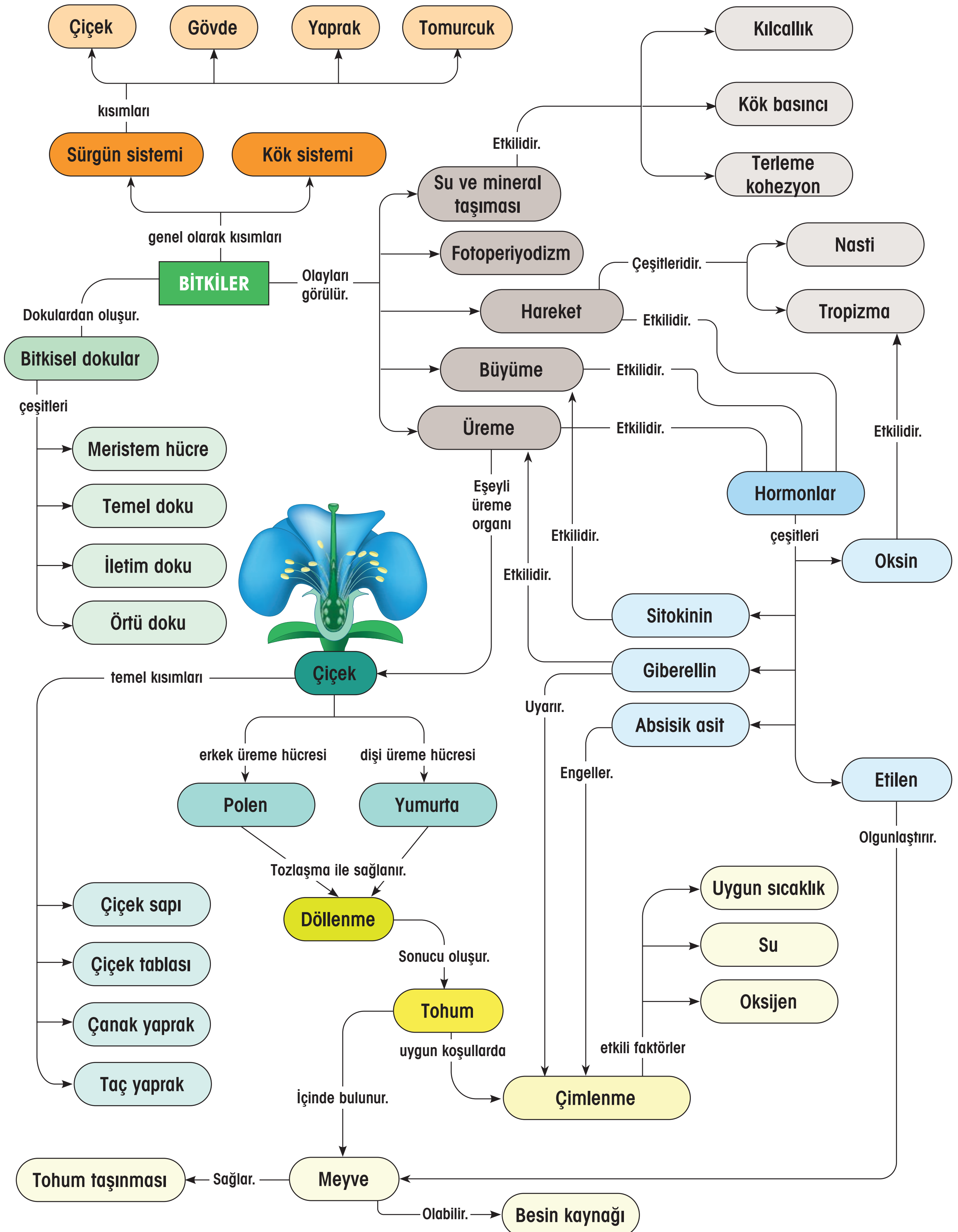
I.	V. ....
II.	VI. ....
III.	VII. ....
IV.	VIII. ....

3. Bir tohumun çimlenmesinde etkili olan hormon ve çevresel faktörleri yazınız.

....

....

Bitkiler ile ilgili genel bilgiler Kavram Haritası 3.1'de verilmiştir.



Kavram haritası 3.1: Bitkiler ile ilgili genel bilgiler

3. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



Daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere tabloda verilen terimlerden uygun olanı yazınız.

Tropizma	Etilen	Kohezyon-gerilim
Stoma	Nasti	Yanal (Lateral)
Nodül	Emici tüyler	Ksilem
Oksijen	Embriyo	Lentisel
Genç yapraklar	Kaliptra	Endosperm
Işık	Apikal (Uç)	Primer
Giberellin	Su	Mikoriza

1. Meristem hücre bulundukları yere göre .... ve .... meristem olmak üzere iki grupta incelenir.
2. Topraktan su ve suda çözünmüş minerallerin alınmasını ....sağlar.
3. Bitkilerde gaz alışverişini epidermiste...................................., peridermiste .... yapısı sağlar.
4. Kök ucunda bulunan ...., kökün toprak içinde ilerlerken zarar görmesini engeller.
5. Bitkilerde gaz hâlinde bulunan .... hormonu meyvedeki nişastayı şekere çevirerek meyveyi tatlandırır.
6. Bitkilerde uyaranın yönüne bağlı olarak gerçekleşen hareketlere ...., turgor basıncındaki değişikliklerden kaynaklanan hareketlere .... denir.
7. Yüksek yapılı bitkilerde suyun en üst noktalara kadar taşınmasında en etkili olan faktör .... kuvvetidir.
8. Bazı bitkiler köklerinde azot bağlayıcı bakterilerle simbiyotik ilişki kurarak .... adı verilen yapıları oluşturur.
9. Tohum çimlenmesi için ortamda .... ve .... gerekli iken .... bulunması şart değildir.
10. Polen tüpünde bulunan spermlerin yumurta hücresini döllemesi ile................. , polar çekirdekleri döllemesi ile................. oluşur.

Aşağıda iletim demetlerinden ksilem, floem; bitkilerde tropizma ve nasti hareketi ile ilgili bazı özellikler verilmiştir. Verilen özelliklerden ksileme ait olanların başına "K", floeme ait olanların başına "F", tropizmaya ait olanların başına "T" ve nastiye ait olanların başına "N" yazarak özellikleri belirleyiniz.

(...)	**11.** Hücrelerin çekirdek ve sitoplazması yoktur.
(...)	**12.** Uyaranın yönüne bağlı olarak gerçekleşir.
(...)	**13.** Uyarının yönüne bağlı olmadan gerçekleşir.
(...)	**14.** Trake ve trakeitlerden oluşur.
(...)	**15.** Turgor basıncının etkisiyle gerçekleşir.
(...)	**16.** Canlı hücrelerden oluşur.
(...)	**17.** Oksin hormonun etkisiyle ışığa yönelimdir.
(...)	**18.** Kambiyumun içe doğru oluşturduğu yapıdır.
(...)	**19.** Akşam sefası bitkisinin çiçeklerinin karanlıkta açması olayıdır.

(...)	**20.** Taşıma yavaştır.
(...)	**21.** Bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesidir.
(...)	**22.** Su ve suda çözünmüş maddeleri kökten yaprağa doğru taşır.
(...)	**23.** Küstüm otunun dokununca yapraklarını kapatması olayıdır.
(...)	**24.** Kalburlu borular ve arkadaş hücrelerinden oluşur.
(...)	**25.** Bitkinin sadece büyüyen ve uzayan kısımlarında görülür.
(...)	**26.** İletim çift yönlü gerçekleşir.

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde (harflendirilmiş kutucuklar) bitkisel dokular, bitkinin organları, bitkisel hormonlar, bitkilerde hareket, bitkilerde madde taşınması ve bitkilerde üreme ile ilgili ifadeler ve kavramlar verilmiştir. Kutucuk harflerini kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Kambiyum	**b) Fotoperiyodizm**	**c) Gövde**
ç) Kaspari şeridi	**d) Tüp (vejetatif)**	**e) Giberellin**
f) Makro elementler	**g) Hidatot**	**ğ) Absisik asit**
h) Döllenme	**ı) Tozlaşma**	**i) Terleme**
j) Meyve	**k) Çiçek**	**l) Çimlenme**
m) Apikal meristem	**n) Çanak yaprak**	**o) Kollenkima**

27. Bitkilerde boyca uzamadan sorumlu olan hücre hangisidir? ....

28. Bitkilerin gövde ve yapraklardan oluşan toprak üstü kısmı hangileridir? ....

29. Havanın neme doyduğu zamanlarda fazla suyun damlama yoluyla sıvı şeklinde dışarı atılmasını sağlayan yapı hangisidir? ....

30. Büyümekte ve gelişmekte olan bitkilerin genç gövdelerinde, yaprağın orta damarında, çiçek ve yaprak saplarında bulunur. Çeperlerinde selüloz ve pektin birikmesiyle kalınlaşma olan temel doku çeşidi hangisidir? ....

31. Bitkilerde kök ve gövdenin enine kalınlaşmasını sağlayan yapı hangisidir? ....

32. Bitkilerde suyun buhar olarak atılması hangi olay ile sağlanır? ....

33. Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok fazla ihtiyaç duyduğu elementler hangisidir? ....

34. Bitkilerde tohumun dormansi (uyku) hâlini ortadan kaldıran hormon hangisidir? ....

35. Bitkilerde kökte endodermis tabakasında bulunan su ve çözünmüş minerallerin geçişini engelleyen tabaka hangisidir? ....

36. Çevresel uyarılara karşı çiçek açma, yaprak dökümü, tohum ve tomurcuklarda uyku hâlinin başlaması ve devam etmesi gibi fizyolojik olayların tamamı hangisidir? ....

37. Çiçeğin en dışında bulunan, yeşil renkte olan yapraklar hangisidir? ....

38. Polen tüpünün oluşunu sağlayan polen hücresi hangisidir? ....

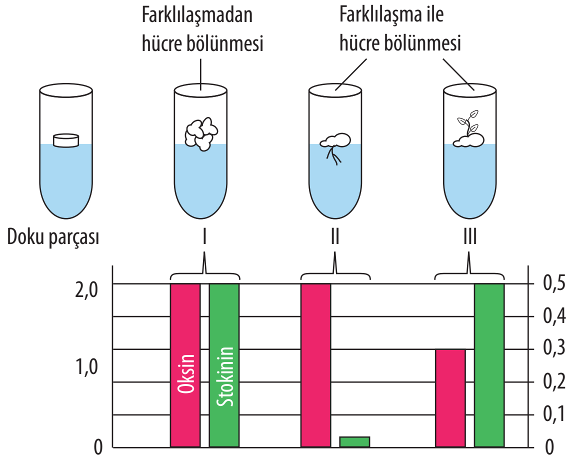
39. Polenlerin rüzgâr, su, böcek, yarasa, kuş gibi etkenlerle dişi organın tepeciğine taşınmasını sağlayan olay hangisidir? ....

40. Yumurtalığın gelişip farklılaşmasıyla oluşan, tohumların korunmasını ve yayılmasını sağlayacak şekilde özelleşmiş yapı hangisidir? ....

41. Olgunlaşmış bir tohumdaki embriyonun uygun koşullarda yeni bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkıp gelişmesi olayı hangisidir? ....

Aşağıdaki 42 ve 43. soruları verilen deneyin sonuçlarından yararlanarak cevaplayınız.

42. Hücre farklılaşması, sitokininin oksine oranına göre kontrol edilir. Kültür ortamındaki değişken miktarlarda oksin ve sitokinin farklı büyüme tepkileri üretir. Sitokinin ve oksin oranının eşit uygulandığı kültür ortamında bitki büyür ve kallus adı verilen hücre kümesini oluşturur. Kültür ortamında oluşan kallustan bitkinin köklerinin mi yoksa sürgün kısmının mı oluşacağını ortamdaki sitokinin oksine oranı belirler. Buna göre oksin hormonu fazla, sitokinin hormonu az olduğunda bitkinin kök gelişiminin fazla olduğu gözlenmiştir. Sitokinin hormonunun fazla, oksin hormonunun az olduğu durumlarda ise sürgün sisteminin fazla, kök gelişiminin ise az olduğu gözlemlenmiştir.



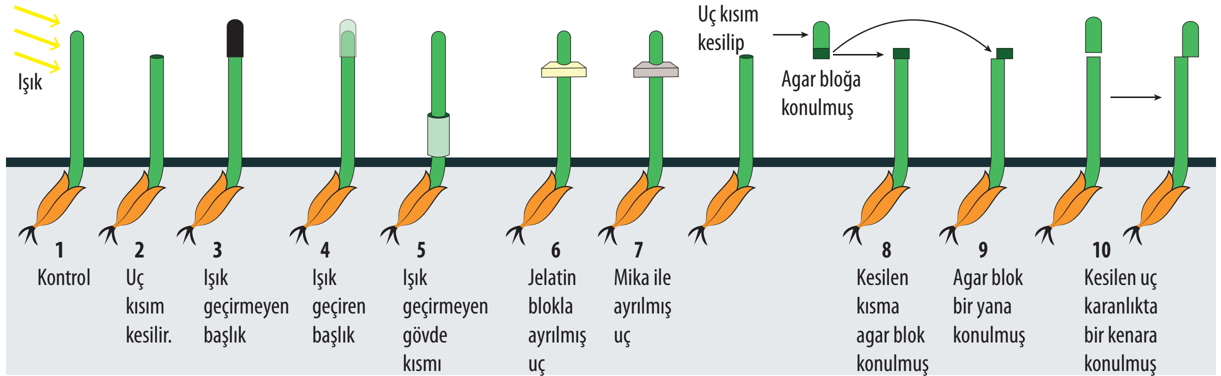
Buna göre numaralandırılmış kaplarda oluşan yapıların isimlerini yazınız.

I. ....

II. ....

III. ....

43. Bitkilerin ışığa yönelimi ile ilgili deneylerde ışığın sadece koleoptilin ucundan algılandığı fakat kıvılmanın uçtan belli uzaklıkta gerçekleştiği, sinyalin jelatin bir bloktan geçtiği ancak mika gibi katı bir engelden geçemediği sonuçları elde edilmiştir. Bu koleoptil uçlarında sentezlenen maddenin taşınabilir olduğunu göstermektedir. Buna göre ışığı bitkilerin tepe noktalarından alıp oluşturduğu maddelerle gövdenin alt kısımlarına ilettiğini göstermektedir.



Yukarıdaki deneye ait görselde oksin hormonunun ışığa bağlı olarak koleoptil üzerindeki etkisi ve değişimleri izlenmektedir.

a) Görselde numaralarla belirtilen bitkilerin hangilerinde yönelim, büyüme veya hem yönelim hem de büyüme olayı olduğunu aşağıda verilen numaraların karşısına belirtiniz. (Not: Yönelim varsa hangi yöne olduğunu belirtiniz.)

1. .... **6.** ....

2. .... **7.** ....

3. .... **8.** ....

4. .... **9.** ....

5. .... **10.** ....

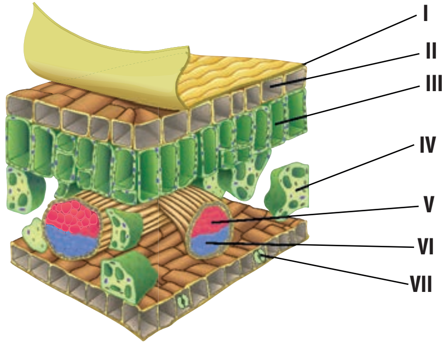
b) Yapılan uygulamada etkili olan hormon nedir ve bu hormonun etkili olduğu yönelim hareketi nedir?

....

44. Aşağıdaki tabloda özellikleri verilen doku çeşitlerinin isimlerini boş bırakılan yerlere yazınız.

Özellikleri	Doku Çeşidi
Genç bitkilerde koruyucu dokudur.	
Organik maddeleri yapraktan köke taşır.	
Yaprakta suyun fazlasını damlama ile atan yapıdır.	
Bitkilerde enine kalınlaşmayı sağlar.	
Hormonların etkisiyle farklılaşarak sekonder meristeme dönüşür.	

45. Aşağıdaki görselde yaprak kesitinde bulunan yapılar numaralandırılarak gösterilmiştir. Görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.



a) Numaralandırılmış yapılardan hangileri epidermisin farklılaşması ile oluşur?

....

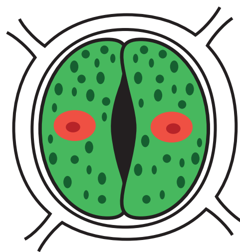
b) Numaralandırılmış yapılardan hangileri fotosentez olayını gerçekleştirir?

....

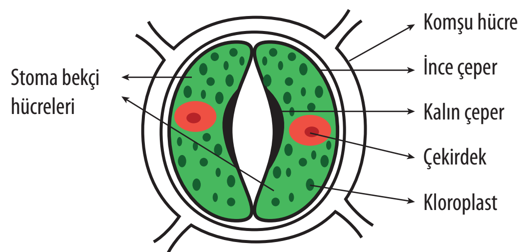
c) Numaralandırılmış yapılardan hangileri bitkiyi su kaybına karşı korur?

....

46. Aşağıdaki görselleri inceleyerek stomaların a durumundan b durumuna geçmesini sağlayan faktörlerin grafiklerini ilgili alanlara çiziniz.



a) Kapalı Durum



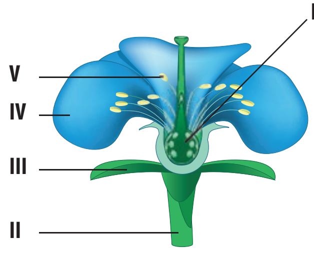
b) Açık Durum

Bekçi hücrelerdeki CO_2 konsantrasyon — Zaman

Nişasta — Glikoz

Bekçi hücrelerdeki turgor basınç — Zaman

47. Aşağıdaki görselde bir çiçeğin kısımları gösterilmiştir. Bu görsele göre soruları cevaplayınız.



a) Numaralandırılmış yapıların isimlerini yazınız.

I. ....

II. ....

III. ....

IV. ....

V. ....

b) Numaralandırılmış yapılardan hangilerinde mayoz bölünme ile gametler oluşur?

....

c) Hangi yapılarda fotosentez gerçekleşir?

....

ç) Tozlaşma için cezbedici renkleriyle canlıları kendine çeken bölge hangisidir?

....

48. Aşağıdaki tabloda bir bitkinin çiçekte bulunan yapıları verilmiştir.

Bu yapıların kromozom sayısı (n veya 2n şeklinde) ve döllenmeden sonra oluşturdukları yapıların isimlerini tabloda ilgili boşluklara yazınız.

Yapı	Kromozom Sayısı	Döllenmeden Sonra Oluşturduğu Yapı
Zigot		
Triploit hücre		
Yumurtalık		
Tohum taslağı		
Tohum taslağı dış örtüleri		

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiz.

49. Bitkilerde üretilen hormonlarla ilgili olarak

I. Oksin
II. Sitokinin
III. Absisik asit
IV. Giberellin
V. Etilen

verilenlerden hangileri büyüme ve gelişmeye olumlu katkı sağlar?

A) I ve II B) III ve V C) I, II ve IV D) II, III ve IV E) I, II, III, IV ve V

50. Bitkilerde organik besin taşınması ile ilgili

I. Köklerde üretilen organik besinler soymuk borularıyla taşınmaz.
II. Organik maddelerin depolandığı hücrelere havuz hücre adı verilir.
III. Bazı dönemlerde havuz hücreleri kaynak hücresi olabilir.
IV. Soymuk borularındaki taşınma olayında sıvı basınç farkının oluşması etkili olmaktadır.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I, II ve III D) II ve IV E) II, III ve IV

51. **Aşağıdakilerden hangisi parankima dokusunun görevlerinden değildir?**

A) Fotosentez ile besin üretme

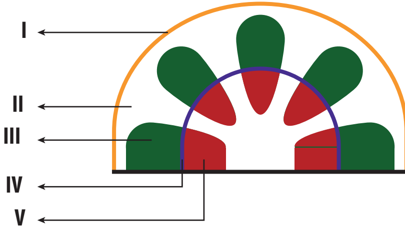
B) Hava depolama

C) Besin depolama

D) Besinlerin floeme iletilmesini sağlama

E) Mitoz bölünme yapma

52. **Aşağıda genç bir bitkinin gövde enine kesiti verilmiştir.**



Buna göre numaralandırılmış yapılardan hangisi doğru adlandırılmıştır?

A) I Epidermis

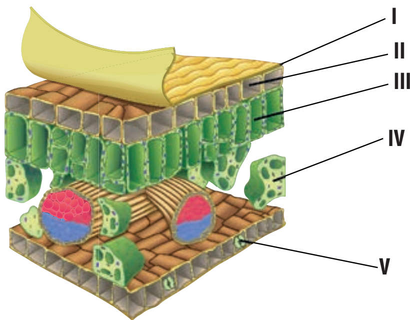
B) II Öz bölgesi

C) III Ksilem

D) IV Mantar kambiyum

E) V Floem

53. **Aşağıdaki görselde yaprağın enine kesiti gösterilmiştir.**



Buna göre numaralandırılmış yapılardan hangisi yanlış adlandırılmıştır?

A) I Kutukila

B) II Epidermis

C) III Ksilem

D) IV Sünger parankiması

E) V Stoma

54. **Stoma ve lentiseller için**

I. Fotosentez yapma

II. Gaz alış verişi yapma

III. Epidermisin farklılaşması ile oluşma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

55. **Bitkisel organlarla ilgili verilen aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?**

A) Gövde: Kökle alınan su ve mineralleri yaprağa iletir.

B) Kök: Besin depolar.

C) Çiçek: Üremeyi sağlar.

D) Yaprak: Terleme olayını sağlar.

E) Kök: Fotosentez ile besin üretimini sağlar.

56. **Aşağıdakilerden hangisi meristem hücrenin özelliklerinden biridir?**

A) Bölünebilme özelliğinde değildir.

B) Farklı dokulara dönüşebilme yeteneğindedir.

C) Bitkide sadece boyca uzamayı sağlar.

D) Hücrelerinin metabolizması yavaştır.

E) Çekirdekleri küçüktür.

57. **Bitkide görülen**

I. Fototropizma

II. Sismonasti

III. Termonasti

IV. Kemotropizma

V. Hidrotropizma

hareketlerinden hangileri uyaranın yönüne bağlı olarak gerçekleşir?

A) I ve II B) I, III ve IV C) I, IV ve V

D) II, III ve V E) I, II, III, IV ve V

58. Bitkilerde topraktan alınan su ve mineraller

I. Endodermis
II. Kök emici tüyler
III. Epidermis
IV. Korteks

kök yapılarından hangi sıra ile geçerek içeri taşınır?

A) I–II–IV–III
B) II–III–IV–I
C) II–I–III–IV
D) IV–I–III–II
E) III–I–IV–II

59. Bitkilerin taşıma sistemi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Floemde çift yönlü taşınır.
B) Ksilemde su ve suda çözünmüş maddeler kökten yaprağa doğru tek yönlü taşınır.
C) Ksilemde taşınma aktif taşıma ile olur.
D) Floemde organik maddeler basınç akış teorisine göre taşınır.
E) Floem öz suyunda su ve mineral maddeler bulunur.

60. Mikoriza ve nodül ile ilgili

I. Bitkilerin topraktan gerekli olan maddelerin alınmasına yardımcı olur.
II. Bitki ile mantar hifleri arasında olur.
III. Bitki ile bakteri arasında gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

61. I. Bitkiyi dış etkilere karşı koruma
II. Fotosentez yapma
III. Stomayı oluşturma
IV. Mantar dokuyu oluşturma

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri epidermise aittir?

A) I ve II
B) I ve III
C) II ve III
D) II ve IV
E) I, II , III ve IV

62. Aşağıda verilen bitkisel hormonlar ve görevleri ile ilgili eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

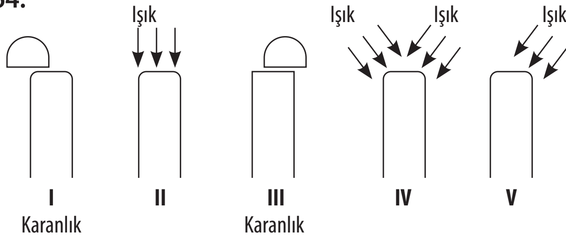
A) Sitokinin ——— Yaprak dökümünü hızlandırır.
B) Giberellin ——— Tohumun uykusunu (dormansi) sağlar.
C) Etilen ——— Mitoz bölünme ile meyvelerin olgunlaşmasını sağlar.
D) Absisik asit ——— Tohumun çimlenmesinde etkilidir.
E) Oksin ——— Hücrenin uzamasını ve büyümesini sağlar.

63. I. Canlı hücrelerden oluşur.
II. Çift yönlü taşıma gerçekleşir.
III. Suyu ve suda çözünmüş maddeleri kökten yaprağa taşır.
IV. Kambiyum tarafından oluşur.
V. İletim yavaştır.

İletim dokuya ait yukarıdaki özelliklerden ksilem ve floeme ait olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Ksilem	**Floem**
A)	I, II ve IV	I, II, IV ve V
B)	II, IV ve V	I, II ve IV
C)	III ve IV	I, II, IV ve V
D)	III ve V	I, II ve V
E)	III ve IV	I, II ve III

64.



Yukarıda verilen olaylardan hangilerinde yönelme görülür?

A) I ve V B) II ve IV C) I, II ve IV
D) I, III ve V E) II, III ve V

65. Stomaların açılması sürecinde meydana gelen

I. Bekçi hücrelerinde nişastanın glikoza dönüşümünün artması,
II. Bekçi hücrelerinin ince dış çeperlerinin gerilmesi,
III. Bekçi hücrelerin turgor basıncının artması,
IV. Komşu hücrelerden bekçi hücrelere su geçmesi,
V. Bekçi hücrelerin osmotik basıncının artması,

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - V - IV – III - II B) I - III - V – II - IV
C) IV - V - III - II - I D) II - V - IV - III - I
E) III - IV - II - I - V

66. Kısa gün bitkileriyle ilgili

I. Gecenin gündüzden daha uzun olduğu kış ve sonbahar aylarında çiçeklenir.
II. Gece uzunluğunun "kritik karanlık süresinden" daha uzun olduğu dönemlerde çiçeklenme olur.
III. Gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilerdir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

67. Stoma ile ilgili olarak

I. Nişastanın glikoza dönüşmesi
II. Bekçi hücrelerde K^+ azalması
III. Bekçi hücrelerde pH artması
IV. Epidermis hücrelerinden bekçi hücrelere su geçişin olması

olaylarından hangileri stomaların kapanmasına, hangileri açılmasına neden olur?

Kapanma	Açılma
A) I, IV	II, III
B) II	I, III, IV
C) II, III	I, IV
D) I, II	III, IV
E) II, IV	I, III

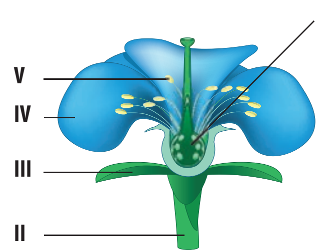
68. Bir tohumun çimlenmesi için

I. Oksijen
II. Işık
III. Su
IV. Uygun sıcaklık

yapılarından hangilerinin ortamda bulunması şarttır?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

69. Aşağıdaki şekilde tam bir çiçeğin yapısını oluşturan kısımlar numaralandırılmıştır.



Numaralandırılmış kısımların hangilerinde döllenmeye katılacak yapılar oluşur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) I ve V E) II, III ve V

70. Tohumun çimlenmesi ile ilgili olarak aşağıdakilerin hangisi söylenemez?

A) Endospermdeki besin kullanılır.

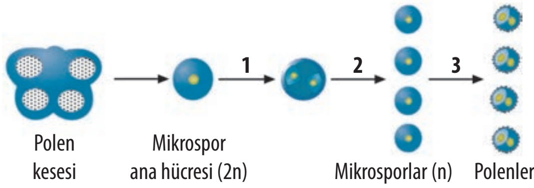
B) Tohum topraktan ozmozla su alır.

C) Çimlenme için gerekli olan enzim ve hormonlar sentezlenir.

D) Mitoz bölünmeler ile hücreler çoğalır.

E) Çimlenme sırasında fotosentez olayı gerçekleşir.

71. Çiçekli bitkilerde erkek üreme hücrelerinin oluşum evreleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Bu şekilde 1, 2, ve 3 numaralarıyla gösterilen olaylarla ilgili

I. 2 ve 3 numaralı olaylarda krossing-over görülmez.

II. 1 numaralı olayda genetik çeşitlilik meydana gelir.

III. 3 numaralı kısımda mikrosporlardan polen oluşurken mitoz bölünme gerçekleşir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

72. Çiçekli bitkilerde

I. Taç yaprakların göz alıcı renklerde olması

II. Çiçeklerin bal özü (nektar) salgılaması

III. Bazı bitkilerin polenlerin kanatlı olması

IV. Çanak yaprakların fotosentez yapması

adaptasyonlarından hangileri tozlaşmayı kolaylaştırmaktadır?

A) Yalnız I B) I ve IV C) II ve III D) III ve IV E) I, II ve III

73. Meyve ile ilgili olarak

I. Çok sayıda yumurtalığın bir araya gelmesiyle oluşan meyveler bileşik meyvelerdir.

II. Meyve uyku hâlindeki tohumların korunmasında ve yayılmasında etkilidir.

III. Meyve oluşumuna yumurtalık dışındaki çiçek parçalarının katılmasıyla gerçek meyveler oluşur.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

74. Çiçekli bitkilerde

I. Embriyo

II. Megaspor

III. Polen

IV. Sperm

yapılarından hangileri tozlaşmadan önce oluşur?

A) Yalnız III B) II ve III C) II ve IV D) III ve IV E) I, III ve IV

75. Çiçekli bitkilerde gerçekleşen tozlaşmayla ilgili

I. Aynı bitkiye ait çiçekler arasında gerçekleşen tozlaşmaya kendi kendine tozlaşma denir.

II. Polenlerin dişi organın tepecik kısmına ulaşması olayıdır.

III. Rüzgâr, su ve hayvanlar yardımı ile gerçekleşir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

76. **Aşağıdakilerden hangisi kapalı tohumlu bitkilerin üreme ile ilgili özelliklerinden değildir?**

A) Hayvanlarla tozlaşma yapılması

B) Tohum dışında meyve oluşturulması

C) Çapraz tozlaşma ile genetik çeşitliliğin oluşturulması

D) Dişi üreme organlarının çiçek içinde oluşturulması

E) Tohumun çimlenmesi ile yeni bitkilerin oluşturulması

77. **Çiçekli bitkilerde aşağıdaki yapılardan hangisi mayoz geçirerek karşısındaki yapıyı oluşturur?**

A) Megaspor ana hücre - Megaspor

B) Mikrospor hücresi - Polen çekirdekleri

C) Polar çekirdekler - Triploit çekirdek

D) Zigot - Embriyo

E) Yumurta hücresi - Zigot

78. **Bitkilerde**

I. Kökte madde miktarının fazla olması

II. Topraktaki su miktarının fazla olması

III. Topraktaki mineral miktarının fazla olması

IV. Yaprakta terleme ile su atılması

verilen özelliklerden hangileri kökün topraktan su almasını kolaylaştırır?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III

D) I, II ve IV E) I, II III ve IV

79. **Bölünme yeteneğinde olan**

I. Mantar kambiyumu

II. Kambiyum

III. Uç meristem

yapılardan hangileri bitkilerin primer büyümesinde etkilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

80. **Tek evcikli bitkilerle ilgili**

I. Dişi ve erkek organ aynı bitkinin ayrı çiçeklerinde bulunur.

II. Kendi kendine tozlaşma yapamaz.

III. Çapraz tozlaşma yapabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

81. **Bir bitkinin bulunduğu ortamda gerçekleşen**

I. Havanın nem miktarının artması

II. Topraktaki su miktarının artması

III. Ortam sıcaklığının sürekli artması

değişimlerinden hangileri terleme hızını azaltır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

82. **Temel dokuya ait sklerenkima hücreleri ile ilgili**

I. Hücre duvarları selüloz ve lignin birikimi ile kalınlaşmıştır.

II. Bitkinin büyümesi tamamlanan olgunlaşmış organlarında bulunur.

III. Büyümekte olan bitkilerin özellikle genç gövdelerinde bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

83. **Bitkilerdeki su ve mineral taşınımı ile ilgili**

I. Kılcallık, su taşınımında en az etkili etmendir.

II. Yapraklardaki terleme – kohezyon kuvveti, suyu yukarı doğru çeker.

III. Emici tüylerle alınan su ve mineraller kök basıncı ile yukarı doğru itilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

4. ÜNİTE

CANLILAR VE ÇEVRE

Bu ünitede

- Canlıların farklı çevre koşullarına uyumlarını,
- Varyasyon, adaptasyon, mutasyon, doğal ve yapay seçilim kavramlarını,
- Bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesinin nedenlerini,
- Herbisit ve pestisitlerin zaman içinde etkisini kaybetmesinin nedenlerini,
- Tarım ve hayvancılıktaki yapay seçilim uygulamalarını öğreneceksiniz.

4. BÖLÜM

4.1 CANLILAR VE ÇEVRE

Bu bölümde

- Çevre şartlarının genetik değişimlerin sürekliliğine etkisini,
- Tarım ve hayvancılıktaki yapay seçilim uygulamalarını öğreneceksiniz.



ANAHTAR KAVRAMLAR

Adaptasyon

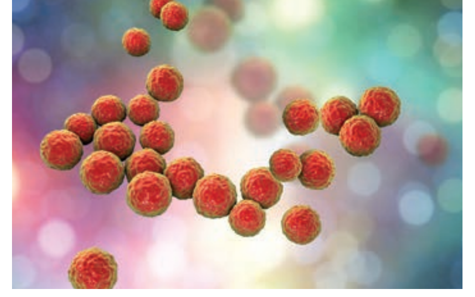
Doğal seçilim

Mutasyon

Varyasyon

Yapay seçilim

DİRENÇLİ BAKTERİLER DEZENFEKTANI YENDİ


Görsel 4.1: Enterococcus bakterileri (illustrasyon)

Melbourne (Melbörn) Üniversitesinden Timothy Stinear (Timoti Steniyır) ile Austin (Astın) Hastanesinden Lindsay Grayson'ın (Lindsi Greysın) iş birliğinde yapılan bir araştırmada Vankomisine (Vankomisin) dirençli Enterococcus (Enterokokkus) (Görsel 4.1) cinsi bakterilerin alkole karşı direnç kazandığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Antibiyotiklere dirençli bakterilerin el teması yoluyla yayılmasını engellemek için alkol temelli el dezenfektanları 2000'li yılların başında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştı. Bu bakterilerin alkole direnç göstereceği düşünülmemekteydi. Ancak durumun pek de öyle olmadığı anlaşıldı. Alkol temelli el dezenfektanlarının kullanılmaya başlanmasından bu yana metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (Stafilokokkus aureus) enfeksiyonlarında keskin bir düşüş görülürken Enterococcus enfeksiyonları yaklaşık beş kat arttı. Bu enfeksiyona yakalanan hastaların yarıdan fazlasının hayatını kaybetmesi oldukça endişe verici bir durumdur.
Araştırmacılar, önce 1998 ve 2012 yıllarından kalan Enterococcus bakteri kültürlerini fare kafeslerine bulaştırmış, sonra da alkol temelli bir el dezenfektanına batırdıkları kâğıt havlularla kafesleri temizlemişlerdir. Sonunda bu kafeslere konan farelerdeki enfeksiyon oranlarına bakılarak alkol temelli dezenfektanın 2012'den kalan Enterococcus bakterilerini öldürmede %35 daha az etkili olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, bakterinin dirençli hâle gelmesini araştırmak amacıyla Melbourne şehrindeki hastanelerden 1998-2015 yıllarında toplanmış 139 örneği incelemiştir. Buna göre daha yakın zamana ait bakterilerin daha eski olanlara göre alkole karşı 10 kat daha dirençli olduğu görülmüştür. Bu değişim, bakterilerin alkol işlemeyle ilgili genlerinde tespit edilen değişikliklerle eş zamanlıdır. Bu değişiklikler sonucunda bakterilerin hücre zarlarını alkole daha dayanıklı hâle getirmiş olabileceği düşünülmektedir. Grayson, bulguların sonuçlarının alkol temelli dezenfektanların Enterococcus cinsi bakterilere karşı mutlaka etkisiz olduğu anlamına gelmeyeceğini, sağlık çalışanlarının bunları bazen kullanmayı unutmalarının ya da daha düşük alkol içeren temizleyiciler kullanmalarının dirençli bakterilerin hayatta kalması için uygun ortam yaratabileceğini belirtmektedir.

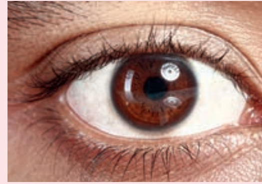
İlay Çelik Sezer, *Dirençli Bakteriler Dezenfektanı Yendi*

(Düzenlenmiştir.)

- Metne göre alkol içerikli el dezenfektanlarının bakterilerle mücadelede etkisiz kalmasının nedenleri neler olabilir? Arkadaşlarınızla tartışınız.

BİR FİKRİN VAR MI?










- Yukarıda verilen görselleri inceleyiniz. Canlılarda görülen bu çeşitliliğin nedenleri hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız.

....

....

4.1. CANLILAR VE ÇEVRE

Dünya, milyonlarca canlının yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü bir barınaktır. Canlıların birbiriyle ve çevreleriyle ilişkilerini inceleyen bilim dalına **ekoloji** denir. Canlıların yaşamları boyunca etkileşimde bulunduğu canlı ve cansız bileşenlerin tümüne **çevre** denir. Çevrenin cansız faktörleri iklim, sıcaklık, ışık, su, ortamın pH'ı, toprak ve minerallerdir. Çevrenin canlı faktörleri ise üretici, tüketici ve ayrıştırıcılardır. Çevre koşullarında meydana gelen değişimler popülasyonu etkiler. Çevre şartlarının olumsuz yönde değişmesi popülasyonun ve ilişkili olduğu canlı ve cansız çevrenin olumsuz etkilenmesine neden olur.

4.1.1. ÇEVRE ŞARTLARININ GENETİK DEĞİŞİMLERİN SÜREKLİLİĞİNE ETKİSİ

Bir popülasyonda bireyler arasında renk, fizyolojik yapı, davranış gibi özellikler farklı olabilir. Organizmanın göz rengi, kürk rengi gibi dış görünüş ile ilgili özelliklerine **fenotip** denir. Bir organizmanın fenotipini o canlıya ait genetik faktörler ve çevresel faktörler belirler. Hem genetik hem de çevre etkisi ile gerçekleşen aynı türün bireyleri arasındaki farklılıklara **varyasyon** denir. Uğur böceklerinde görülen renk ve benek sayısındaki farklılıklar (Görsel 4.2), biber bitkisinde görülen renk farklılıkları (Görsel 4.3) varyasyona örnek olarak verilebilir. Genetik varyasyonların nedenleri mayoz bölünmede gerçekleşen krosing-over, homolog kromozomların rastgele dağılımları, döllenme ve mutasyonlardır. Göz rengi, kan grupları, dil yuvarlayabilme ya da yuvarlayamama gibi özellikler genetik varyasyonlardır. Bu varyasyonlar kalıtsaldır ve eşeyli üremeyle dölden döle aktarılır. Çevresel faktörlerin genler üzerindeki etkisi sonucu ortaya çıkan varyasyonlar, üreme hücrelerinde olursa dölden döle aktarılır. Vücut hücrelerinde meydana gelen değişiklikler kalıtsal değildir. Genetik faktörler, çevresel faktörler veya her ikisinin bir kombinasyonu bir tür içinde veya türler arasında fenotipik çeşitliliğe neden olur. Bazı fenotipik özellikler yalnız kalıtsal faktörlerle ortaya çıkarken bazı özellikler de kalıtım ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkar. Bir bitki, büyümek için gerekli tüm güçlü genlere sahip olsa da yeterli güneş ışığına ve kaynaklara sahip olmayan bir ortamda yetiştirilirse maksimum potansiyeline kadar büyüyemeyecektir. Başka bir deyişle genotip bir fenotipi belirler ancak çevresel faktörler onu sınırlar.



Görsel 4.2: Uğur böceklerinde varyasyon



Görsel 4.3: Biber bitkisinde varyasyon

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Karanlıkta bırakılan bir bitki neden sararır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bir organizmanın DNA'sı ya da RNA'sındaki nükleotit dizisinde meydana gelen değişikliğe **mutasyon,** değişime neden olan etmenlere **mutajen** denir. Mutasyona radyasyon, ultraviyole ışınları, X ışınları, radyoaktif maddeler, bazı kimyasal maddeler, ilaçlar ve virüsler sebep olabilmektedir. Mutasyonlar faydalı, zararlı veya nötr olabilir. Canlıya olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi olmayan mutasyonlara **nötr mutasyon**, canlının yaşamını sürdürdüğü ortamdaki uyum yeteneğini artıran mutasyonlara ise **yararlı mutasyon** denir. **Zararlı mutasyonlar** ise canlıların hastalanmasına yada ölümüne neden olabilir. Mutasyonlar, canlının yaşamı boyunca her hücrede meydana gelebilir.

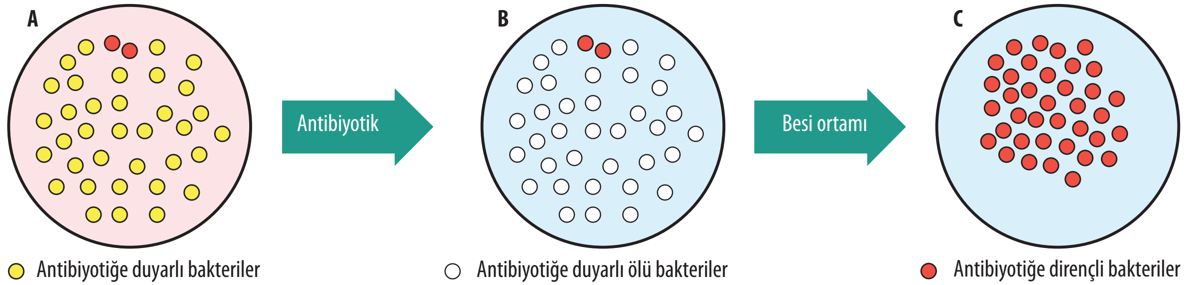
Üreme hızı yüksek olan bakteriler, küf mantarları, sirke sinekleri ve bitkiler mutasyonların tespitinde değişik yöntemler kullanılarak incelenen canlılardır. Virüslerin mutasyona uğrama olasılıkları yüksektir. Bu nedenle virüslerle mücadele de zordur. Virüslerin mutasyonlarla değişmesi onların yaşama şansını artıran yararlı bir durumdur.

ARAŞTIRINIZ

COVID-19 virüsüne karşı geliştirilen ilk aşıların mutasyonla ortaya çıkan yeni varyantlara karşı etkisinin azalmasının sebeplerini kaynaklardan araştırınız. Araştırma sonuçlarını arkadaşlarınızla paylaşınız.

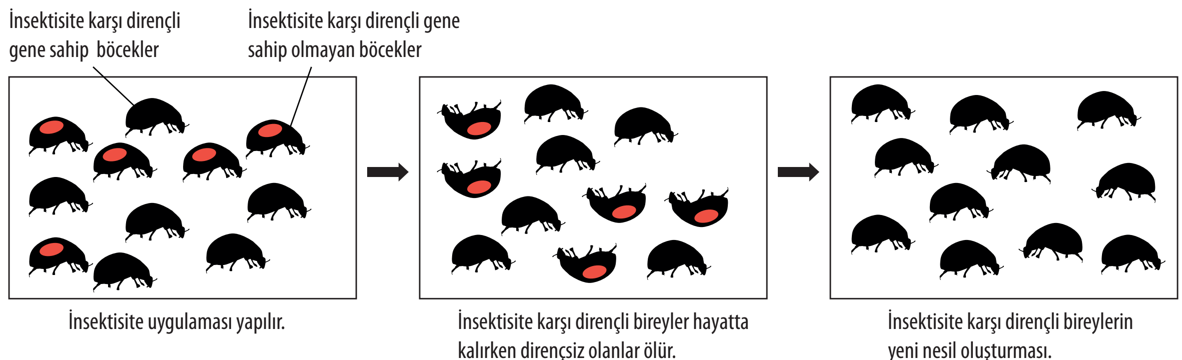
Doğal Seçilim, canlıların yaşadığı ortam koşulları çeşitli nedenlerden sürekli değişir. Çevredeki değişikliklere uyum sağlayamayan organizmaların hayatta kalması veya çoğalması olası değildir. Ayrıca popülasyondaki bireyler arasında doğadaki kaynakları kullanabilmek ve yaşayabilmek için sürekli bir rekabet vardır. Ortam koşullarına uyum sağlayabilenler yaşamaya devam ederken diğerleri mücadeleyi kaybeder. Belirli kalıtsal özelliklere sahip bireylerin bu özelliklerinden dolayı diğer bireylere göre yaşama ve üreme olasılıklarının daha yüksek olması durumuna **doğal seçilim** adı verilir.

Bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç kazanması doğal seçilim mekanizmasına örnek olarak verilebilir. Bakteri kökenli hastalıklarla mücadelede antibiyotikler kullanılmaktadır. Antibiyotiklerin yanlış seçilmesi, sık kullanılması ve kullanım süresine uyulmaması, bakterilerin antibiyotiğe direncini artırmaktadır. Antibiyotik tedavilerinde zayıf olan bakteriler antibiyotiklerden etkilenerek yok olmakta, güçlü olanlar hayatta kalıp varlığını devam ettirmektedir. Başka bir ifadeyle doğal seçilime uğramaktadır. Yaşamını devam ettiren bakteriler konjugasyon (gen transferi) ile bu özelliği diğer bakterilere aktarmaktadır (Görsel 4.4). Bu nedenle kullanılan antibiyotik bu bakterilerle mücadelede etkisiz kalmaktadır.



Görsel 4.4: Antibiyotiklere karşı bakterilerin direnç kazanması

Pestisit (canlıkıran), pest (haşarat) adı verilen zararlıları öldürmek amacı ile kullanılan maddedir. İnsektisit (böcek öldürücü), herbisit (yabani ot öldürücü), fungusit (mantar öldürücü) gibi pestisitler; çok eski tarihlerden beri tarım alanında bit, pire, sinek, ayrık otu gibi zararlılara karşı kullanılmaktadır. İnsektisitlere karşı direnç kazanan böcekler de doğal seçilime örnek olarak verilebilir. İnsektisitlerin yaygın kullanımı, böceklerin uyum sağlayarak bu insektisitlere karşı direnç kazanmasına sebep olmaktadır. DDT günümüzde kullanılması yasaklanmış bir insektisittir. DDT, ilk kullanıldığı yıllarda sineklerle mücadelede etkili olmuş ancak az sayıda da olsa bazı sinekler DDT'den etkilenmemiştir. Bu sinekler, sahip olduğu kalıtsal farklılıklar sayesinde yaşamaya ve üremeye devam etmiştir. Böylece DDT kullanılan bölgede dayanıklı bireylerin sayısı artmış ve bu sineklere karşı DDT'nin etkisi azalmıştır. Dayanıklı sinekler, başlangıçta çok az sayıda olmasına rağmen zamanla çoğalmıştır. DDT'nin kullanımı, dayanıklı bireylerin çoğalmasını sağlayan etkin bir faktör olmuştur (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Böceklerde insektisit direnci

Doğal seçilimin en yaygın örneklerinden biri de biberli güvelerdir (Görsel 4.6). Genellikle koyu ve açık benekli olmak üzere iki çeşidi vardır. Bu güveler kuşların da besin kaynağıdır.



Görsel 4.6: Biberli güve

Güvelerin doğal solgun rengi, ağaç üzerinde yetişen likenlerin üstünde saklanmaya uygundur ancak Sanayi Devrimi ile artan hava kirliliği ağaçlardaki likenlerin ölmesine neden olmuştur. Böylece koyu renkli ağaç kabukları ortaya çıkmıştır. Sonuçta koyu renk özelliğini taşıyan güveler koyu renkli ağaçlar üzerinde yaşama şansını elde etmiş ve koyu renkli güvelerin popülasyonu artmıştır. Nitekim açık renkli olanlar daha kolay av olduğu için bu güvelerin sayıları azalmıştır. Zamanla hava kirliliğine karşı alınan önlemler sayesinde likenler yeniden çoğalmaya başlayınca açık renklilik özelliği taşıyan güveler avantajlı duruma geçmiş ve eşeyli üreme ile popülasyondaki sayıları tekrar artmıştır. Kuşlar tarafından avlanan koyu renkli güvelerin ise popülasyondaki sayıları azalmıştır.

DÜŞÜNÜNÜZ VE YORUMLAYINIZ

Biberli güvelerde meydana gelen popülasyon değişimlerinin nedeni ne olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Orak hücre anemisi hastalığına sahip olan kişiler sıtma hastalığına yakalanmazlar çünkü sıtmaya neden olan parazit, orak şeklindeki kan hücrelerinde yaşayamaz. Orak hücreli anemisi olan kişiler, sıtma hastalığının görüldüğü bir bölgede bu özelliği çoğaltma ve çocuklarına aktarma durumuna sahiptir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 286).

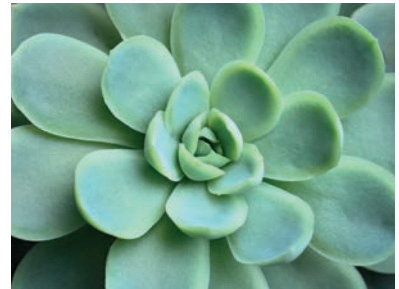
Adaptasyon, organizmaların yeni ortamlara veya mevcut ortamlarındaki değişikliklere uyum sağladığı biyolojik mekanizmadır. Doğal seçilim yoluyla meydana gelen değişim süreci adaptasyonu oluşturur. Bir canlının belirli bir çevrede hayatta kalma ve üreyebilme şansını artıran unsurlar o canlının kalıtsal özellikleridir. Adaptasyonlar yapısal, korunma, taklit etme ve davranışsal olabilir. Uyum sağlayabilenlerin sadece hayatta kalması değil gelişmesi ve üremesi de olasıdır. Yavrular doğdukça ebeveynlerinden aktarılan avantajlı genetik özelliklere sahip olacaklardır. Bukalemunların (Görsel 4.7) bulunduğu yere göre renk değiştirerek düşmanlarından korunması, nilüfer bitkisinin (Görsel 4.8) geniş yapraklara sahip olması sayesinde yapısındaki fazla suyu terleme ile dışarı atması, sukulent bitkisinin (Görsel 4.9) yaprağında veya gövdesinde su depolayarak kurak ortama uyum sağlaması gibi özellikler adaptasyona örnek olarak verilebilir.



Görsel 4.7: Bukalemunda adaptasyon



Görsel 4.8: Nilüfer bitkisinde adaptasyon



Görsel 4.9: Sukulent bitkisinde adaptasyon

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

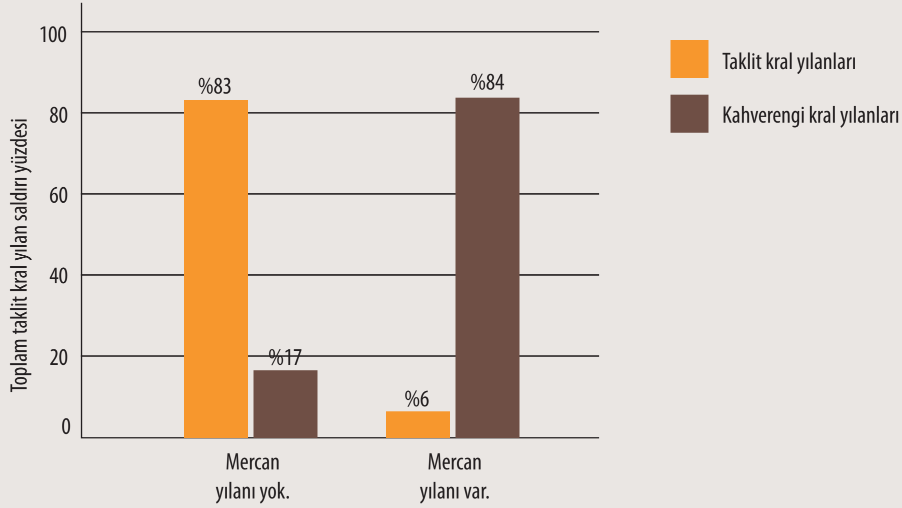
Hayvanlar düşmanlarından korunmak için morfolojik, fizyolojik ve davranışsal savunma adaptasyonları gösterir. Bu savunma adaptasyonlarına **mimikri** denir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s.1218).

SIRA SİZDE

Aşağıdaki metinden ve grafikten yola çıkarak soruları cevaplayınız.

Kral yılanları, Kuzey ve Güney Carolina'da (Kerolayna) yaşayan zehirsiz bir yılan türüdür. Mercan yılanları ise bu bölgenin sadece güneyinde yaşayan zehirli bir türdür. Bu yılanların vücut örtüleri üzerinde avcıların dikkatini çeken, birbiri ardına sıralanan sarı, siyah ve kırmızı renkte halkasal şekiller bulunur. Araştırmacılar, bölgenin kuzeyindeki kral yılanlarının kahverengi olduğunu, bölgenin güneyine geçtiklerinde ise desenlerini ve renklerini değiştirerek zehirli mercan yılanlarını taklit ettiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmacılar, "Renk değiştirme, zehirli mercan yılanlarının ve zehirsiz kral yılanlarının sadece birlikte yaşadığı bölgede avantaj sağlar." şeklinde bir hipotez ileri sürmüşlerdir. Bu hipotezi test etmek için bölgenin kuzeyinde ve güneyinde 14 farklı istasyona eşit sayıda plastik yılan bırakmışlardır. Araştırmacılar, dört haftanın sonunda plastik yılanları toplayarak incelemiştir. Plastik yılanların üzerinde kurt, tilki ve sansar gibi avcılara ait diş izleri olduğunu görmüştür. Deneye ait bulgular aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



1. Mercan yılanlarının olmadığı yerde (Kuzey Carolina'da) plastik kral yılanlara saldırı neden daha fazla olmuştur?

   ....

   ....

2. Mercan yılanlarının olduğu yerde (Güney Carolina'da) kahverengi yılanlara saldırı neden daha fazla olmuştur?

   ....

   ....

3. Güney Carolina'da yaşayan kral yılanlarının mercan yılanlarını taklit etmesinin nedeni nedir?

   ....

   ....

4. Doğal şartlarda Güney ve Kuzey Carolina'da yaşayan kral yılanlardan aynı tür olmasına rağmen Güney Carolina'da yaşayan kral yılanlarının renk değişimi nasıl gerçekleşmiştir?

   ....

   ....

5. Doğal şartlarda Güney Carolina bölgesinde kahverengi kral yılanı popülasyonunun oluşma olasılığı var mıdır? Açıklayınız.

   ....

   ....

4.1.2. TARIM VE HAYVANCILIKTA YAPAY SEÇİLİM UYGULAMALARI

Yapay seçilim, insanların bilinçli ve amaçlı olarak bir organizmanın belli özelliklerini seçmesi ve kontrollü olarak yetiştirmesi sürecidir. Hastalığı ortadan kaldırmak, dönüm başına verimi artırmak, ekosistem içindeki rekabeti azaltmak, gamet seviyesinde genetik varyasyon oluşturmak için yapay seçilim uygulanabilir.

İnsanlık, var oluşundan bu yana artan besin gereksinimine paralel olarak elindeki besin kaynaklarını nicel ve nitel yönden iyileştirme, yeni ve alternatif besin kaynakları oluşturma çabası içindedir. Buna doğada normal olarak bulunan teosinte isimli bir bitkinin sürekli olarak yapay seçilime uğratılması sonucu elde edilen mısır bitkisi örnek verilebilir. İneklerin ataları olan *Bos primigenius* (Bas pirimiçenus) türü, yavruladıktan sonra günde ortalama 4-5 litre arasında süt verimi olan hayvanlardı. Ancak günümüze kadar yapay seçilim kullanılarak bu ineklerden günde ortalama 50 litreye kadar süt alınabilmektedir. Bunu mümkün kılan daha fazla süt verebilen bireylerin üremesine izin vermek ve diğer bireyleri elemektir. Menengiç bitkisinden yapay seçilimle Antep fıstığı üretilmiştir. İngiliz yarış atları, Arap atlarının en güçlü ve hızlı olanlarının çiftleştirilmesiyle üretilmiştir. Bazı bakteriler ilaç üretiminde kullanılır. Günümüzdeki bütün evcil köpekler, *Canis lupus familiaris* (Kanis lupus familyaris) ve *Canis lupus dingo* (Kanis lupus dingo) isimli iki alt türe aittir. Bunların tümü, vahşi kurt olarak bilinen *Canis lupus*'un alt türleridir. Binlerce yıldır insanlar; yaşadıkları bölgelere en çok yaklaşan, en az saldırgan ve güçlü olan vahşi kurtları evcilleştirmiş dolayısıyla bu özelliklere göre seçilim uygulamıştır. Günümüzde köpek türlerinin çeşitliliğinin nedeni binlerce yıldır uygulanan yapay seçilimdir.

BİLGİ DAĞARCIĞI

Yapay seçme sonucu olarak, tahıllar, çiftlik hayvanları ve evde beslenen hayvanlar; yabanıl atalarıyla genellikle çok az benzerlik gösterir (Urry ve ark. 2022: Campbell Biyoloji, s. 475).

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen metinden ve görsellerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Görselde verilen bitkiler, bir yabani hardal türü olan *Brassica oleracea*'den (Brasika olerase) yapay seçilimle üretilmiştir. İnsanlar, bu hardal türünün değişik organlarında meydana gelen varyasyonlara seçim uygulayarak kendilerinin belirlediği yönlerde değişim geçirmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda sıklıkla kullanılan ve bu seçilimden önce doğada var olmayan brokoli, alabaş, kale, kara lahana, karnabahar, Brüksel lahanası gibi sebzeler elde edilmiştir. Hardal bitkisinin uç tomurcukları için seçim uygulanarak lahana, çiçekler ve gövde için seçim uygulanarak brokoli, gövde için seçim uygulanarak alabaş, yapraklar için seçim uygulanarak kale, yan tomurcuklar için seçim uygulanarak Brüksel lahanası üretilmiştir.





1. Bu bitkilerin seçilerek üretilmesinin avantaj ve dezavantajları neler olabilir?

    ....

    ....

2. Hardal bitkisinin gövde, yaprak, tomurcuk gibi kısımlarında meydana gelen varyasyonların nedenleri neler olabilir?

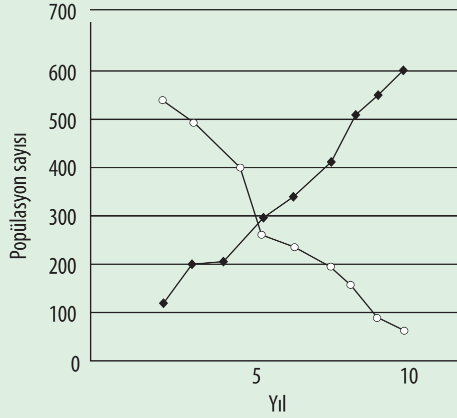
    ....

    ....

ARA DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki görsel, grafik ve bilgiden yararlanarak soruları cevaplayınız.







Biberli güve, Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da bulunan yaygın bir güvedir. Genellikle koyu ve açık benekli olmak üzere iki çeşidi bulunur. Kuşlar biberli güve ile beslenir. Sanayi devrimi ile birlikte koyu renkli güveler artarken sanayi devriminden sonra açık renkli güvelerin popülasyonunda artış meydana gelmiştir. Yukarıda verilen grafik biberli güvelerdeki popülasyon değişimini göstermektedir

a) Sanayi devrimi sonrasında açık renkli güve sayısında meydana gelen değişimin nedenleri nelerdir?

....

....

b) Yukarıda belirtilen olayda hangi seçilim türü gerçekleşmiştir?

....

....

2. Meksika'nın Aztekler ve Maya kabileleri, yabani mısırı belli bir süre sonra bugünkü mısıra dönüştürmüşlerdir. Bu kabileler hangi tip seçilimi kullanmıştır?

....

....

3. Organizmaların doğada hayatta kalabilme şanslarını belirleyen etmenler nelerdir?

....

....

BİLGİ DAĞARCIĞI

Geçtiğimiz on beş yıl içerisinde genetik biliminde pek çok keşif yapılmıştır. Bu keşifler; genler ötesinde kalıtımın yepyeni bir boyutu daha olduğunu, yaşam süresince genlerin çalışmasında önemli düzeyde değişiklikler meydana geldiğini göstermiştir. Genlerin ne zaman, nerede ve ne kadar çalışacağını belirleyen bir mekanizma vardır. DNA'nın yapısında veya diziliminde herhangi bir değişiklik olmaksızın DNA'da kodlu olan genetik bilginin açığa çıkmasıyla meydana gelen değişikliklere "genler üstü genetik" anlamına gelen "epigenetik" adı verilir. Kalıtımın epigenetik adı verilen bu yeni boyutuyla değişikliklerin yeni nesillere de aktarılabildiği, tüketilen besinlerin bile epigenetik değişiklikler yaratabileceği kanıtlandı. Dahası bireyin yaşam tecrübelerinin kendi çocuklarını ve hatta torunlarını bile etkileyebileceği ortaya çıktı. Epigenetik değişikliklerin kanser dâhil pek çok hastalığa neden olduğu anlaşıldı. Normal yaşamın bir parçası olan epigenetik değişikliklerin öğrenilmesi, hastalıkların tedavisi için ümit kaynağı oldu. Ayrıca epigenetik programın yeniden yazılabilmesi ihtimali, yaşlanmanın yavaşlatılmasından kişiye özel kök hücrelerinin elde edilmesine kadar imkânsız gibi görünen hedefleri de hayal olmaktan çıkardı (Karaçay, 2009: 32-37).

4. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



Daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere tabloda verilen sözcüklerden uygun olanı yazınız.

Yapay seçilim	Doğal seçilim	Adaptasyon
Pestisit	Çevre	Mutasyon
Fenotip	Varyasyon	Ekoloji

1. Tür içindeki varyasyonlara mayoz, döllenme ve .... gibi olaylar sebep olabilir.
2. Tarım arazilerinde istenmeyen bitki, mantar, böcek ve mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek zararlarını azaltmak için kullanılan zirai ilaçlara .... adı verilir.
3. İnsanların bilinçli ve amaçlı olarak bir organizmanın belli özelliklerini seçmesi ve o organizmayı kontrollü olarak yetiştirmesi sürecine .... denir.
4. Bir canlının belli bir çevrede hayatta kalma ve üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklere .... denir.
5. Hem genetik hem çevre etkisi ile gerçekleşen aynı türün bireyleri arasındaki farklılıklara .... denir.
6. Organizmanın göz rengi, kürk rengi gibi dış görünüşü ile ilgili özelliklerine .... denir.

Aşağıdaki ifadelerde adaptasyon ve mutasyona ait bazı özellikler verilmiştir. İfadelerden adaptasyona ait olanların başına "A" ve mutasyona ait olanların başına "M" yazarak özellikleri belirleyiniz.

7.	(...) Çevre koşullarının etkisiyle canlının DNA' sında meydana gelen değişiklikler
8.	(...) Canlının belli bir çevrede yaşama ve üreme şansını artıran kalıtsal özellikleri
9.	(...) Nemli bölge bitkilerinin yaprak yüzeylerinin geniş olması
10.	(...) Down sendromlu bireylerin dünyaya gelmesi
11.	(...) Çölde yaşayan hayvanların yağ depolaması
12.	(...) Albinolu bireylerin dünyaya gelmesi
13.	(...) Sıcak bölgelerdeki hayvanların kulak ve burunlarının büyük olması
14.	(...) Altı parmaklı bireylerin dünyaya gelmesi

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde (harflendirilmiş kutucuklar) canlılar ve çevre ile ilgili ifadeler ve kavramlar verilmiştir. Doğru olduğunu düşündüğünüz cevabın karşısındaki harfleri uygun boşluklara yazınız.

a) Mutajen	b) Antibiyotik
c) Çevre	ç) Pestisit
d) Herbisit	e) Modifikasyon
f) Doğal seçilim	g) Yapay seçilim

15. Bakterileri etkisiz hâle getirmek için kullanılan ilaç hangisidir? ....

16. Canlıların yaşam süresi içinde etkinliğini sürdürdüğü canlı ve cansız bileşenlerden oluşan faktör hangisidir? ....

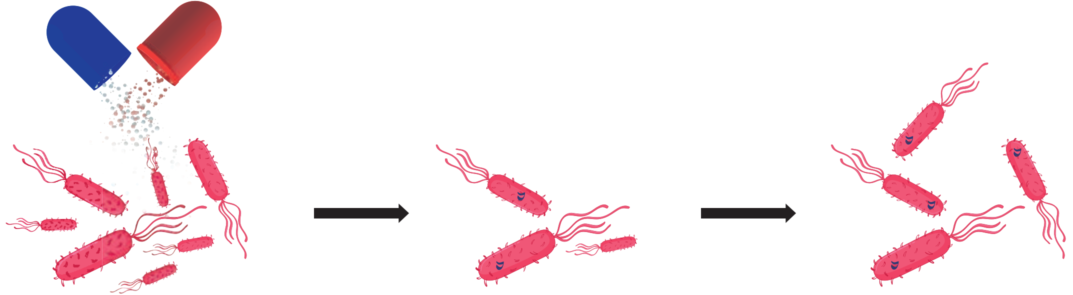
17. Radyasyon, ultraviyole ışınlar, X ışınları, radyoaktif maddeler, virüsler, bazı kimyasal maddeler ve ilaçlar mutasyona sebep olabilmektedir. Mutasyona sebep olan bu etmen hangisidir?
....

18. Yavaş koşan ceylanlar etçiller tarafından avlanır. Hızlı koşan ceylanlar ise çiftleşme mevsimine kadar yaşayabilir. Bu durum neye örnektir? ....

19. Yabancı veya rakip bitkilerin çoğalmasını kontrol altında tutan kimyasal ilaç hangisidir?
....

Aşağıdaki 20 ve 21 soruları metinden ve görsellerden yararlanarak cevaplayınız.

20.



1. Antibiyotikler bakteri çoğalmasını engeller.
2. Antibiyotiğe direnç geliştiren bakteriler havatta kalır.
3. Bu bakteriler artık çoğalabilir ve kolonilesebilir.

Son dönemde bakteri kökenli hastalıklar yaygın olarak görülmektedir. Bu hastalıklarla mücadelede antibiyotikler kullanılmaktadır. Kullanım süresine uyulmayan antibiyotikler, bakterilerin antibiyotiğe karşı direncini artırmaktadır. Gereksiz antibiyotik kullanımı, doğal seçilim ile antibiyotiklere dirençli bakterilerin oluşmasına neden olmaktadır.

a) Bu olayda doğal seçilim hangi bakterilerin yararına işlemiştir?

....

....

b) Gereksiz antibiyotik kullanımının zararları nelerdir?

....

....

21. Yerleşik yaşama geçiş, bazı hayvanların yapay seçilimle üretilmesine zemin hazırlamıştır. Yaklaşık 25 000 yıl kadar önce uysal olan ve insanların yaşam alanlarına kadar yaklaşabilen kurtlar evcilleştirilmiştir. Uysal kurtlar insanların tüketmediği etleri tüketerek kolay bir besin kaynağı bulmuştur. Güçlü ve keskin duyulara sahip hayvanlar yaşam alanlarını korumak, sürüleri gütmek, tehlikelere karşı uyarmak gibi amaçlarla beslenmiştir. Böylece yapay seçilim yoluyla aynı canlı türü iki ayrı gruba bölünmüştür. Vahşi ve saldırgan olanlar normal şekilde üremiştir. Uysal ve ağırbaşlı olanlar ise seçilerek üretilmiştir. Bugün sevilen birçok köpek ırkının atası uysal ve ağırbaşlı olan kurtlardır.

a) Yapay seçilim tür çeşitliliğini artırır mı? Gerekçesiyle açıklayınız.

....

b) Yapay seçilimin türün devamlılığına yönelik olumlu ve olumsuz etkileri nelerdir? Açıklayınız.

....

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyup doğru seçeneği işaretleyiniz.

22. I. Sperm hücresi

II. Yumurta ana hücresi

III. Mide

IV. Sperm ana hücresi

Yukarıdaki canlı vücuduna ait yapılardan hangilerinde meydana gelecek mutasyon kalıtsal olur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) I, II ve IV

23. Aşağıdaki yapılardan hangileri adaptasyona örnektir?

A) Bir popülasyondaki aslanların köpek dişi uzunluğunun farklı olması

B) Hamilelik döneminde röntgen filmi çektirmiş bir annenin çocuğunun engelli olması

C) Spor yapan insanların kaslı vücuda sahip olması

D) Güneşte kalan bireylerin ten renginin bronzlaşması

E) Bukalemunların bulunduğu yere göre renk değiştirerek düşmanlarından korunması

24.

I. Adaptasyon

II. Mutasyon

III. Kalıtsal varyasyon

Bir popülasyondaki bireyler, yukarıdakilerden hangilerini "doğal seçilim" ile <u>kazanmaz</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

25. I. Bir canlının belirli bir çevrede hayatta kalma, üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklerdir.

II. Bir popülasyona ait canlılarda insanlar tarafından seçilen bazı özelliklerin nesiller boyu aktarılmasının sağlanmasına denir.

III. Aynı türün bireyleri arasında görülen genetik farklılıklardır.

IV. Çevrenin etkisiyle canlının fenotipinde görülen ve kalıtsal olmayan değişikliklerdir.

Verilen tanımlar aşağıdaki kavramlarla eşleştirilirse hangi kavram açıkta kalır?

A) Adaptasyon B) Modifikasyon C) Mutasyon D) Varyasyon E) Yapay seçilim

26. I. Uğur böceklerinin renklerinin farklı olması

II. Yılanların renginin, yaşadığı ortama uygun olması

III. COVID-19 virüsün varyantlarının oluşması

Yukarıdaki olaylarla ilgili terimler hangi seçenekte doğru eşleştirilmiştir?

	I	II	III
A)	Mutasyon	Adaptasyon	Varyasyon
B)	Varyasyon	Adaptasyon	Mutasyon
C)	Adaptasyon	Mutasyon	Varyasyon
D)	Mutasyon	Varyasyon	Adaptasyon
E)	Varyasyon	Mutasyon	Adaptasyon

CEVAP ANAHTARI

1.1. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. **a.** Kalıtımda rol oynayan molekülü tanımlayabilmek için bu molekülün yokluğunda kalıtsal özelliğin aktarılıp aktarılmadığını test etmek gerekir.

   b. Bu tüplerde DNaz enzimi olmadığı için kapsüllü bakterilerin plazmitleri transformasyonla kapsülsüz bakterilere geçmiştir. Bu nedenle bu tüplerde kapsüllü bakteriler vardır.

2.

ÖZELLİK	DNA	RNA
İplik sayısı	2	1
Mevcut bazlar	A, G, C, T	A, G, C, U
Mevcut pentoz	Deoksiriboz	Riboz
Monomerlerinin adı	Adenin deoksiribonükleotit Guanin deoksiribonükleotit Sitozin deoksiribonükleotit Timin deoksiribonükleotit	Adenin ribonükleotit Guanin ribonükleotit Sitozin ribonükleotit Urasil ribonükleotit
Görevleri	Hücre yönetiminden ve kalıtımdan sorumludur.	Protein sentezinde görev yapar. RNA virüslerinde kalıtımdan sorumludur.

3. Melez DNA'ların normal DNA'ya oranı 2/6 dır.

4. O enzimin sentezinden sorumlu olan gende mutasyon olmuştur.

1.2. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. **a.** a olayında: A, T, G, C deoksiribonükleotitleri kullanılır. b olayında: A, G, C, U ribonükleotitleri kullanılır. c olayında: Amino asitler kullanılır.

   b. Her hücre yaşamı boyunca bir kez replikasyon geçirir.

   c.

	Prokaryot	Ökaryot
a olayı	sitoplazmada	çekirdek, mitokondri ve kloroplastta
b olayı	sitoplazmada	çekirdek, mitokondri ve kloroplastta
c olayı	sitoplazmada ribozomlarda	sitoplazma, granüllü endoplazmik retikulum, çekirdek zarı, mitokondri ve kloroplasttaki ribozomlarda

   ç. a olayında meydana gelen mutasyon kalıtsaldır.

2. Y-D-D-Y-D

3. Gıda ürünleri (süt, yoğurt, peynir, kefir, turşu vb), hormonlar, ilaçlar, deterjanlar, aşılar, antibiyotikler, vitaminler vb. sayılabilir.

4. Daha hızlı çoğalma ve daha fazla hücre tipine dönüşebilme yetenekleri.

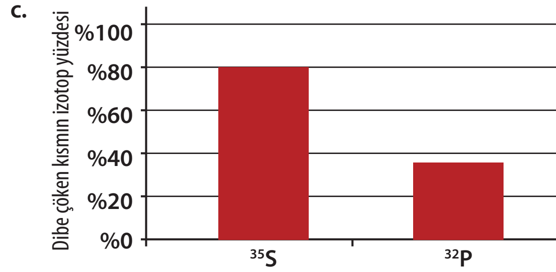
1. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Pürin, **2.** Rekombinant DNA, **3.** Poliploidi, **4.** Polizom, **5.** Fosfodiester bağları, **6.** Biyogüvenlik, **7.** Replikasyon orijini, **8.** Antibiyotikler, **9.** rRNA,**10.** Yapay organ, **11.** PS,**12.** R, **13.** D, **14.** R, **15.** R, **16.** D, **17.** PS, **18.** D, **19.** D ve R, **20.** R, **21.** D, **22.** PS, **23.** D, **24.** D, **25.** PS, **26.** PS, **27.** j, **28.** f, **29.** n, **30.** a, **31.** b, **32.**g, **33.**i, **34.** ö, **35.** p, **36. a, j ve l 37.** k, **38.** e, **39. ğ, 40.** r, **41.**ş

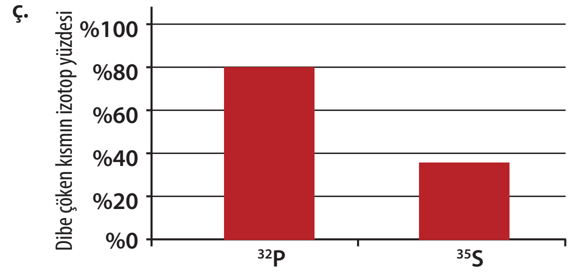
42. a. Kalıtımda rol oynayan molekülün DNA mı yoksa protein mi olduğu sorusunu cevaplayabilmek için radyoaktif izotoplama yöntemi kullanılmıştır.

b. ^{35}S fazladır. Bakteriyofajların protein kılıflarının bakteri içine girmediğini kanıtlar.

c.



ç.



43. a. Farklı ağırlıkta DNA elde etmek için ^{14}N ve ^{15}N kullanılmıştır.

b. İkinci replikasyondan sonra bir hafif bir de hibrit (melez) bant meydana gelmiştir. Eğer dispersif model doğru olsaydı tek hibrit bant meydana gelirdi.

c. Sonuç değişmezdi.

44. a. DNA'daki çift sarmalın dayanıklılığı GC/AT oranına bağlıdır. GC/ AT >1 ise üçlü bağ sayısı fazladır. Bu durumda B canlısının DNA'sı en dayanıklıdır.

b. % 40'dır. Çünkü DNA'daki tüm nükleotitlerin toplamı (A + T + G + C) = 1'dir.

45. a. Protein sentezinden sorumlu geni aktarmak için vektör kullanılır. Bakteri plazmitleri kullanılır.

b. Aktarılmak istenen geni içeren plazmit (rekombinant DNA)

46. a. Timin, **b.** Sitozin, **c.** Guanin, **ç.** Glikozit bağı, **d.** Fosfoester bağı, **e.** Hidrojen bağları

47. a. DNA, **b.** Transkripsiyon, **c.** mRNA, **ç.** Çekirdek, **d.** mRNA'nın sitoplazmaya geçmes**i, e.**Sitoplazma**, f.** Translas-yon, **g.** Polipeptit

48. C, **49.** B, **50.** E, **51**. E, **52.** E, **53.** B, **54.** D, **55.** D, **56.** B, **57.** E, **58.** D, **59.** E, **60.** C, **61.** C, **62.** D, **63.** C, **64.** B, **65.** B, **66.** B, **67.** A

2.1. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. Ceviz ağaçtan düşerken potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Beslenme yolu ile cevizdeki kimyasal bağ enerjisiyle (potansiyel enerji) hücrede ATP enerjisi sentezlenir. ATP 'nin kimyasal bağlarında kısa bir süre için depolanan (potansiyel enerji) kimyasal enerji, kinetik enerji ve ısı enerjisine dönüştürülür.

2. a. Endergonik, **b.** Ekzergonik, **c.** Endergonik, **ç.** Endergonik, **d.** Endergonik, **e.** Ekzergonik

3. a. Fotosentetik canlılarda, **b.** Virüs hariç tüm canlılarda, **c.** Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve kemosentez yapan canlılar

2.2. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. I. Tilakoit zar, **II.** Ribozom, **III.** Stroma sıvısı, **IV.** Granum

2. a. İşaretli karbona: Bitki hücrelerindeki glikozun yapısında rastlanır. **İşaretli oksijene:** Deney düzeneğindeki havada rastlanır**. İşaretli hidrojene:** Glikozun ve açığa çıkan suyun yapısında rastlanır.

b. Fotosentezde atmosfere verilen oksijenin kaynağı sudur. Üretilen glikozun yapısındaki karbonun ve oksijenin kaynağı atmosferdeki CO_2dir. Glikozdaki hidrojenin kaynağı sudur. Açığa çıkan suyun yapısındaki hidrojenin kaynağı su, oksijenin kaynağı ise CO_2dir.

3. Işığa bağımlı reaksiyonlar: 1, 2, 4, 5, 6 ve 7 **Işıktan bağımsız reaksiyonlar:** 3 ve 8

4. a. oksijen gazı **b.** Ortama gazoz eklenebilir çünkü gazozda bulunan CO_2, bitkinin fotosentez hızını artırır. Sıcaklığı optimum değere getirmek (30-35 ^{0}C)

2.3. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. Fotoototrof canlılar: 2, 4 ve 5 **Kemoototrof canlılar:** 1 **ortak olan alan:** 3, 6, 7, 8, 9 ve 10

2. Nitrit bakterisi amonyağı oksitleyerek nitröz asidine, nitrat bakterileri nitröz asidi oksitleyerek nitrik aside dönüştürür. Bitkiler azotu, nitrat tuzları NO^{-3} ve amonyum NH^{+4} şeklinde alır.

3. Bazı enzimlerin ekstrem şartlara dayanıklı olmasıdır.

2.4. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. Y, Y, D, D, D

2. Sorunun cevabı öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.

3. Oksijensiz solunumda ETS'deki son elektron alıcısı olan inorganik maddelerin elektron çekim güçleri zayıftır. Bu nedenle oksijensiz solunumda üretilen ATP miktarı azdır. Ayrıca glikoz, CO_2 ve H_2O ya kadar parçalanmaz ve tamamen okside olmaz.

4. Son ürünler safhasında kullanılan enzimlerin canlının türüne göre değişmesidir.

5. Glikolizin sürekliliğini sağlamak ve piruvat birikimini engellemek içindir.

6.

Karşılaştırılan Özellikler	Oksijensiz Solunum	Oksijenli Solunum
Tepkimelerin hücrede gerçekleştiği yer	Sitoplazma, Hücre zarı kıvrımları	Sitoplazma, Hücre zarı kıvrımları
Son elektron tutucu molekül çeşidi	nitrat (NO^{3-}), ferrik demir (Fe^{3+}), sülfat (SO_4^{2-}) ve karbonat (CO_3^{2-})	Oksijen
ETS'nin görev durumu	Alır	Alır
CO_2 çıkışı	Var	Var
Gerçekleşen fosforilasyon çeşitleri	Substrat düzeyinde fosforilasyon, Oksidatif fosforilasyon	Substrat düzeyinde fosforilasyon, Oksidatif fosforilasyon
Tepkimeleri gerçekleştirebilen canlılar	Prokaryot	Prokaryot ve Ökaryotlar

2. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Fosforilasyon, **2.** Elektron-Hidrojen, **3.** Stroma, **4.** H_2S- H_2O, **5.** Amino asit-hormon, **6.** Kemosentez, **7.** Asetaldehit, **8.** Piruvat, **9.** Oksijen, **10.** Glikoliz, **11.** F, **12.** S , **13.** K, **14.** K, **15.** K, **16.** S, **17.** F, **18.** F, **19.** S, **20.** S, **21.** F, **22.** F, **23.** S, **24.** S, **25.** F, **26.** K, **27.** g, **28.** k, **29.** c, **30.** ı, **31.** a, **32.** a, c , ç, d, e, i, k, **33.** n, **34.** ğ, **35.** e, **36.** f , **37.** m, **38.** h, **39.** j, **40.** b, **41.** d

42. a ve b soruların cevapları öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.

43. a. Fotosentez hızı ışığın dalga boyuna göre değişir. Fotosentez hızının en yüksek olduğu bölgede oksijenli solunum yapan bakteri sayısı fazladır.

b. Fotosentezin en hızlı ışığın hangi dalga boyunda gerçekleştiğini ve klorofilin en çok hangi dalga boyundaki ışığı emdiğini bulmayı amaçlamıştır.

44. a. Mitokondride besin, kloroplastta ise H_2O hidrojen kaynağıdır. **b.** ATP sentazdır. **c.** Kristada **ç.** Stromada

45. a. Solunumda ortaya çıkan karbondioksit su ile reaksiyona girerek karbonik asiti oluşturur. Karbonik asit kararsız bir bileşik olduğu için hidrojen ve bikarbonat iyonlarına ayrılır. Hidrojen iyonlarının yoğunluğunun artışı ortamın pH değerinidüşürür. Fenol kırmızısı asit ortamında sarı renge döner.

b. Enzimler yüksek sıcaklıkta zarar gördüğünden burada tepkime gerçekleşmemiştir.

46. a. Amino asit, **b.** Hormon-azotlu organik bazlar, **c.** PGAL, **ç.** Trigliserit

47. a. H_2O, **b.** $NADPH^+$, **c.** ATP, **ç.** Besin,

48. A, **49.** D, **50.** A, **51.** B, **52.** A, **53.** D, **54.** D, **55.** D, **56.** C, **57.** C, **58.** E, **59.** D, **60.** B, **61.** D, **62.** B, **63.** B, **64.**D, **65.** E, **66.** C, **67.** E, **68.** C, **69.** A

3.1. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. **I.** Bulundukları yere göre, **II.** Apikal (uç) meristem, **III.** Sekonder meristem, **IV.** Enine kalınlaşmayı sağlar.

2.

Özellik	Stoma	Lentisel	Hidatot
Suyu buhar hâlinde atar.	X	X	
Gaz alış verişinde görev alır.	X	X	
Açılıp kapanabilir.	X		
Cansız hücrelerden oluşmuştur.		X	
Fotosentez yapabilir.	X		
Su ve bazı minerallerin atılımını sağlar.			X
Epidermisin farklılaşması ile oluşur.	X		X

3. **I.** a, **II.** d, **III.** b, **IV.** c

4. **a.** Etilen, **b.** Absisik asit, **c.** Sitokinin, **ç.** Giberellin, **d.** Oksin

5. **a.** Fotonasti, **b.** Fototropizma, **c.** Sismonasti, **ç.** Pozitif hidrotropizma, **d.** Haptotropizma

3.2. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

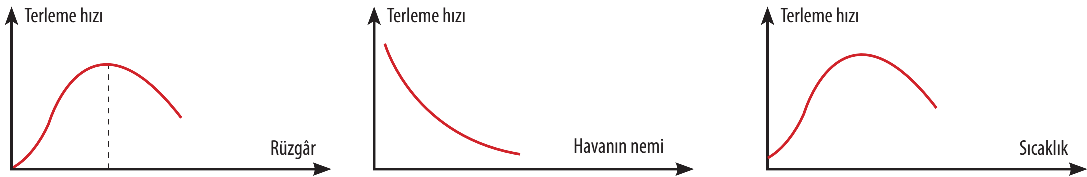
1. **a.** G, **b.** G, **c.** Ç, **ç.** G, **d.** Ç, **e.** G, **f.** G, **g.** Ç,

2. **a.** Glikoz artışı- açar CO_2 artışı- kapatır turgor artışı-açar K^+ azalışı- kapatır
   b. Protein sentezi, Aktif taşıma, ATP üretimi

3. **a.** **I.** Ksilem, **II.** Kaspari şeridi, **III.** Emici tüyler, **IV.** Epidermis, **V.** Korteks
   b. III-IV-V-II-I, **c. Mavi:** simplast yol, **Kırmızı:** Apoplast yol, Hızlı olan yol Apoplast yoldur (Kırmızı), **ç.** II

4. **I.** Kaynak hücrede fotosentezle üretilen besin maddeleri arkadaş hücrelerine geçer.
   II. Arkadaş hücrelerinden de kalburlu borulara geçen besin maddeleri, kalburlu boru hücrelerinin hücre içi yoğunluğunu artırır. Bu sayede kalburlu boru hücreleri artan ozmotik basınç ile ksilemden su çeker.
   III. Kalburlu boru hücrelerine suyun girmesiyle ozmotik basınç azalırken turgor basıncı artar. Turgor basıncının etkisiyle hücre içindeki besin içeren floem öz suyu bulunduğu hücreden diğer hücreye geçer.
   IV. Kalburlu boru hücrelerinde ilerleyen besin içeren floem öz suyu, depolanacağı yere geldiğinde difüzyon ya da aktif taşıma ile önce arkadaş hücrelerine oradan da depolanacağı havuz hücrelerine geçer ve depolanır.
   V. Kalburlu borulardaki besin maddeleri havuz hücrelerine geçtiği için ozmotik basınç düşer. Kalburlu borular içerisindeki su tekrar ksileme geçer. Böylece kapalı tohumlu bitkilerde fotosentez ile üretilen organik maddelerin taşınımı sağlanmış olur.

5.



3.3. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. **a.** Mikrospor, Polenler, generatif çekirdek ve vejatatif çekirdek. **b.** X - Mayoz bölünme, **c.** Generatif çekirdek, vejetatif çekirdek, **ç.** Mikrosporlarda

2. **I.** Başçık, **II.** Sapçık, **III.** Polen kesesi, **IV.** Polen taneleri, **V.** Ovaryum, **VI.** Dişicik borusu, **VII.** Dişiçik tepesi **VIII.** Tohum taslağı

3. **Hormon:** Giberelin Çevresel faktörler : Su, Sıcaklık ve Oksijen

3. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Apikal (uç) - Lateral (yanal), **2.** Emici tüyler, **3.** Stoma-Lentisel, **4.** Kaliptra, **5.**Etilen, **6.** Tropizma-Nasti, **7.** Terleme-Kohezyon, **8.** Nodül, **9.** Su-Oksijen-Işık, **10.** Zigot-Endosperm **11.** K, **12.** T, **13.** N, **14.** K, **15.** N, **16.** F, **17.** T, **18.** K, **19.** N, **20.** F, **21.** T, **22.** K, **23.** N, **24.** F, **25.** T, **26.** F, **27.** m, **28.** c, j ve k, **29.** g, **30.** o, **31.** a, **32.** i, **33.** f, **34.** e, **35.** ç, **36.** b, **37.** n, **38.** d, **39.** ı, **40.** j, **41.** l

42. I: Kallus, **II:** Kök**, III:** Sürgün

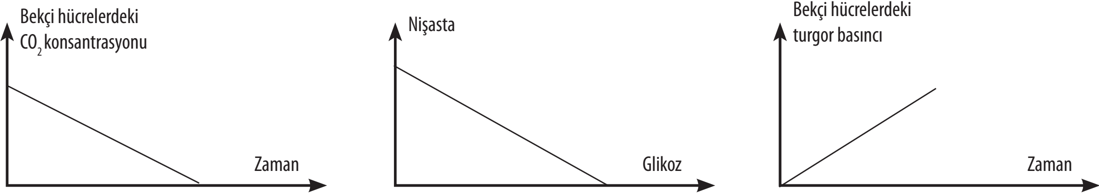
43. a. 1: Sola yönelim ve büyeme olur**. 2:** Yönelim ve büyüme olmaz**. 3:** Yönelim olmaz, büyüme olur**. 4:** Sola yönelim, büyeme olur**. 5:** Sola yönelim ve büyeme olu**r. 6:** Sola yönelim ve büyeme olur**. 7:** Yönelim olmaz, büyüme olur**. 8:** Sola yönelim ve büyeme olur**. 9:** Sola yönelim, büyeme olur**. 10:** Sola yönelim, büyeme olur**. b. Cevap:** Oksin hormonu, pozitif fototropizma hareketi görülür

44.

Özellikleri	Doku Çeşidi
Genç bitkilerde koruyucu dokudur.	Epidermis
Organik maddeleri yapraktan köke taşır.	Floem
Yaprakta suyun fazlasını damlama ile atan yapıdır.	Hidatot
Bitkilerde enine kalınlaşmayı sağlar.	Kambiyum
Hormonların etkisiyle farklılaşarak sekonder meristeme dönüşür.	Parankima

45. a. VII, **b.** III, IV ve VII, **c.** I ve VII

46.



47. a. I: Dişi organ, **II:** Çiçek sapı, **III:** Çanak yaprak, **IV:** Taç yaprak, **V:** Erkek organ **b.** I ve IV, **c.** III, **ç.** V

48.

Yapı	Kromozom Sayısı	Döllenmeden Sonra Oluşturduğu Yapı
Zigot	2n	Embriyo
Triploit hücre	3n	Endosperm
Yumurta	n	Zigot
Tohum taslağı	2n	Tohum
Tohum taslağı dış örtüleri	2n	Tohum kabuğu

49. B, **50.** E, **51.** E, **52.** A, **53.** C, **54.** B, **55.** E, **56.** B, **57.** C, **58.** B, **59.** C, **60.** A, **61.** B, **62.** E, **63.** C, **64.** D, **65.** A, **66.** C, **67.** B, **68.** D, **69.** D, **70.** E, **71.** C, **72.** E, **73.** B, **74.** B, **75.** E, **76.** B, **77.** A, **78.** E, **79.** C, **80.** D, **81.** D, **82.** C, **83.** E,

4.1. BÖLÜM ARA DEĞERLENDİRME

1. a. Sorunun cevabı öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.

b. Doğal seçilimdir.

2. Yapay seçilimdir.

3. Adaptasyon yeteneği fazla olan hayatta kalır.

4. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Mutasyon, **2.** Pestisit, **3.** Yapay seçilim, **4.** Adaptasyon, **5.** Varyasyon, **6.** Fenotip, **7.** M, **8.** A, **9.** A, **10. M, 11.** A, **12.** M, **13.** A, **14.** M **15.** Antibiyotik, **16.** Çevre, **17.** Mutajen, **18.** Doğal seçilim, **19.** Herbisit, **20. a.** antibiyotiklere karşı dirençlilik plazmitlerine sahip olanlar, **b.** Enzim sistemleri olmadığından ve hücresel yapıda olmamalarından dolayı etkilenmezler.

21. a. Evet tür çeşitliliği artar. Örneğin davranışsal izolasyon sonucunda uysal ve saldırgan kurtlar olarak iki tür meydana gelir.

b. Sorunun cevabı öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.

22. E, **23.** E, **24.** E, **25.** C, **26.** B

SIRA SİZDE SAYFA 19

Nükleik asitlerin keşif sürecinde yapılan çalışmalar sırasıyla

- Friedrich Miescher, 1869 yılında akyuvarlardan ve sonrasında da balık yumurtalarının çekirdeğinden önce nüklein, daha sonra nükleik asit olarak adlandırılan molekülü izole etmiştir.
- Frederick Griffith,1928 yılında *Streptococcus pneumoniae* bakterisiyle yaptığı deneyde hücrelerde kalıtsal bilgiyi taşıyan bir molekülün bulunduğunu ortaya koymuş ancak bu molekül hakkında bir açıklama yapmamıştır.
- Oswald Avery ve arkadaşları,1940'lı yıllarda yaptıkları çalışmalarla DNA'nın kalıtım materyali olarak kabul edilmesinin ilk adımını atmışlardır.
- Martha Chase ve Alfred Hershey, yaptıkları çalışmalarla hücrelerdeki kalıtım maddesinin protein değil, DNA olduğu sonucuna varmışlardır.
- Erwin Chargaff, DNA'nın moleküler yapısını araştırmış ve sitozinin hücre içindeki miktarının guaninine eşit olduğunu kanıtlamıştır. Yine timin miktarının adenin miktarına eşit olduğunu da göstermiştir.
- Rosalind Elsie Franklin, X ışınlarını DNA üzerinden geçirerek DNA'nın sarmal yapıda olduğu göstermiştir.
- Francis Crick ve James Devey Watson, DNA'nın ünlü "çiftli heliks" yapısı ile ilgili bir model ileri sürmüşlerdir. Bu model sayesinde DNA'nın kalıtsal bilgiyi nasıl taşıdığını ve kendini nasıl eşlediğini de açıklayabilmişlerdir.

SIRA SİZDE SAYFA 29

1. Cevap: 0. zaman aralığında bakteriler, ağır azotlu besi yerinde çoğaltılmıştır.
2. Cevap: %50
3. Cevap: Yeni D2NA'lar, ortamdaki ^{14}N'lü nükleotitler kullanılarak sentezlendiği için ağır DNA oranı azalır.
4. Cevap: Ata DNA kaybolmaz. Çünkü ata DNA, kalıp olarak kullanılmıştır. Bakteri kültüründeki oranı gitgide azalsa bile kaybolmaz.

SIRA SİZDE SAYFA 37

1. Yalnız UAU, yalnız UAC veya UAU ile UAC içeren yapay mRNA olmalıdır.
2. a. Araştırmacılar, bir aminoasidin birden fazla şifresinin olduğu sonucunu çıkarmışlardır.
   b. 4 çeşit amino asit kullanılmıştır.
   c. Toplam 8 tane aminoasit kullanılmıştır.
3. a. AGG
   b. Serin
   c. Aynı amino asit ribozoma taşınacağı için herhangi bir değişiklik olmaz.
4. DNA'da meydana gelen mutasyonların neden olduğu hasarları en aza indirmek için bir aminoasidin birden fazla şifresi bulunur.

SIRA SİZDE SAYFA 41

1. TAC CGG TCG AAC AAA CCC **2.** Metiyonin **3.** 6 çeşit kodon bulunmaktadır. **4.** UAA, UGA, UAG yazılabilir. Bunlar durdurucu kodonlardır. **5.** 6 çeşit tRNA görev yapar.

SIRA SİZDE SAYFA 45

1. Zebra balıklarının model organizma olarak kullanılmasının nedenleri; genomunun çözülmüş olması ve insan genomuna benzerliğinin fazla olması, hızlı üremesi, çok sayıda embriyo vermesi ve gelişimin hızlı olması, kış uykusu sayesinde radyasyonun fizyolojik etkilerinden korunabilmesidir.
2. Sorunun cevabı, öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.
3. Model organizmaların seçiminde bazı ölçütler aranır. Bu ölçütler çalışmanın özelliğine uygun olarak değişkenlik gösterir. Bu nedenle her çalışma için zebra balıkları model organizma olarak kullanılmaz.
4. Sorunun cevabı, öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.
5. Sorunun cevabı, öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.

SIRA SİZDE SAYFA 47

1. 3 **2.** 1 **3.** 2 ve 4

SIRA SİZDE SAYFA 50

1. Rekombinant DNA oluşumunda restriksiyon enzimleri, kesme işlemini yapar.
2. Genin ve plazmitin uygun olan nükleotit bölgelerini tanıyıp kesmesidir.
3. İnsülinin rekombinant DNA teknolojisiyle elde edilmesinin avantajları kısa sürede, fazla miktarda, ucuz ve alerjik reaksiyonlara neden olmamasıdır.

SIRA SİZDE SAYFA 54

Etkinliğin cevapları, öğrencinin bilgi ve yorumlama kabiliyetine göre farklılık göstermektedir.

SIRA SİZDE SAYFA 71

1. Hücrelerin açık sistemler olmasının nedeni, çevresi ile madde ve enerji alışverişi yapmasıdır. Amibin besini ve oksijeni alması, karbondioksit ve atık maddeleri hücreden atması bu duruma örnek olarak verilebilir.

2. Bir hücrenin enerji mekanizması ile ilgili bileşenleri anabolizma ve katabolizmadır. Anabolik olaylarda enerji kullanılırken katabolik olaylar enerjiyi açığa çıkarır.

3. Solunum tepkimelerinde açığa çıkan enerji, protein sentezinde kullanılır.

4. Enerji üretimi olmazsa yapım olayları gerçekleşmez. Protein sentezi gerçekleşmez. Proteinlerin olmaması protenik yapıda olan enzimin sentezlenmemesine neden olur. Bununla birlikte hücrede kimyasal tepkimeler gerçekleşmez.

SIRA SİZDE SAYFA 81

1. Mor renkli ışık en fazla soğurulmuştur. Çünkü galvanometrede okunan değer en düşüktür. Bu da mor renkli ışığın enerjisinin klorofil çözeltisi tarafından tutulduğunu göstermektedir.

2. Yeşil renkli ışık en az soğurulmuştur. Çünkü galvanometrede okunan değer en büyüktür. Bu da yeşil renkli ışığın enerjisinin klorofil çözeltisi tarafından çok fazla soğurulmadığını, ışığın geçirildiğini göstermektedir.

3. Farklı dalga boylarındaki ışıkların kullanılması fotosentez hızını değiştirir.

4. Fotosentez sadece görünür ışıkta gerçekleşir. X ışınları ise görünür ışık spektrumu dışında olduğundan fotosentez gerçekleşmez.

SIRA SİZDE SAYFA 85

1. T: NADP, P: H_2O, S:CO_2, R: ATP,Y: Oksijen, Z: Glikoz **2.** P: H_2O **3.** R: ATP **4.** P: H_2O **5.** S:CO_2

SIRA SİZDE SAYFA 104

1. Çünkü A şişesindeki bezelye tohumları ısıtılmıştır. Isıtma işlemiyle bezelye tohumunda bulunan enzimler zarar görür. A şişesinin içinde solunum olayı gerçekleşmediğinden termometredeki sıcaklık değerleri de değişmemiştir.

2. B şişesindeki bezelye tohumlarının çimlenmesi için uygun koşullar mevcuttur. Sıcaklık bezelye tohumlarının çimlenmesi için uygundur. Tohumlar çimlenirken oksijenli solunum yapmıştır. Oksijenli solunuma bağlı ısı artmış ve termometredeki değer bir süre yükselmiştir. Oksijenli solunum belli bir süre optimum hızda devam etmiştir.

SIRA SİZDE SAYFA 111

1. Ortamda bulunan KOH, karbondioksitleri tutar. Bitki fotosentez yapamadığı için ortama oksijen üretemez. Bunun sonucunda böcek ölür.

2. Böcek ve maya mantarlarının enerji üretim yollarında açığa çıkardıkları CO_2i tutan KOH olmadığı için bitkiler fotosentez yapabilir ve açığa çıkan oksijen, canlılar tarafından kullanılır. Bu şekilde canlılar yaşamaya devam eder.

SIRA SİZDE SAYFA 130

1. Çivinin yerden yüksekliğinde değişiklik olmamıştır. Çünkü gövdede büyüme, uç meristem tarafından gerçekleştirilir.

2. Çivinin ağacın dışında kalan uzunluğu azalmıştır. Çünkü lateral meristem, gövdenin enine kalınlaşmasını sağlamıştır.

SIRA SİZDE SAYFA 142

1. Sırasıyla mantar doku, mantar kambiyumu, primer floem, sekonder floem, kambiyum, sekonder ksilem, pimer ksilem odunlaşmış öze zarar verir.

2. Epidermis, korteks, endodermis, periskl, floem, kambiyum, ksilemdir.

SIRA SİZDE SAYFA 145

1. Bu bitkinin yaprak ayasının geniş olması sucul ortamda yaşadığını gösterir. Çünkü su stresi gibi bir problemi yoktur.

2. Yaprakları su depo eden kurak ortama uyum sağlamış bir bitkidir.

3. Yaprakları diken şeklini almış kurak ortam bitkisidir.

SIRA SİZDE SAYFA 152

Soldan sağa doğru sırasıyla verilmiştir.

B:+ Y:-, B:+Y:+, B:-Y:-, B:+Y:+, B:+Y:-, B:+Y:+, B:+Y:+, B:+Y:-, B:+Y:+, B:+Y:+, B:+Y:-, B:+Y:+

SIRA SİZDE SAYFA 153

1. 1. düzenek sabit tutulduğu için kök aşağı doğru (+ geotropizma), gövde ise yukarı doğru (- geotropizma) yönelir. Gövdenin yukarı yönelmesinin nedeni yan yatırılan bitkide oksinin gövdenin alt tarafında birikmesi ve asimetrik büyüme gerçekleşmesi olduğu düşünülmektedir. Ancak kökte oksin hormonunun etkisi tam olarak açıklanamamıştır.

2. 2. düzenekte yer çekimi bitkiyi her yönden eşit olarak etkilediğinden kök ve gövde yer çekimine tepki göstermez. Oksin hormonunun dağılımı, merkez kaç kuvveti etkisiyle bitkinin kök ve gövdesindeki hücrelerde eşit olduğundan asimetrik bir büyüme ve yönelme olmaz.

SIRA SİZDE SAYFA 157

1. II ve V **2.** I, III, IV ve VI

SIRA SİZDE SAYFA 163

1. Tabloda verilen mineralden kalsiyum, bitki gelişimini sınırlandırır. Minimum kuralı buna neden olmuştur.

SIRA SİZDE SAYFA 201

1. Mercan yılanlarının olmadığı yerde (Kuzey Carolina'da) taklit plastik kral yılanlara saldırıların artmasının nedeni avcılar tarafından daha çok dikkat çekmesidir.

2. Avcılar taklit plastik kral yılanlarını zehirli olarak düşündüklerinden kahverengi yılanlara daha fazla saldırı olmuştur.

3. Düşmanlarından korunmaktır.

4. Varyasyon ve adaptasyon ile gerçekleşmiştir.

5. Doğal şartlarda Güney Carolina bölgesinde kahverengi kral yılanı popülasyonunun oluşma olasılığı vardır. Gen havuzunda kahverengi geni yok olsa bile mutasyonlarla bu özellik tekrar ortaya çıkabilir.

SIRA SİZDE SAYFA 202

1. İstenen özellikteki bitkilerin elde edilmesi, verimin artırılması, farklı çeşitteki bitkilerin üretilmesi avantajlarıdır. Bir popülasyonun gen havuzundaki varyasyon miktarının büyük ölçüde azaltılması ve belli besin elementlerindeki azalma ise dezavantajlarıdır.

2. Mutasyon, eşeyli üreme olabilir.

A

absisik asit: Bitkilerde büyümeyi engelleyen hormon çeşidi.

adaptasyon : Organizmaların yeni ortamlara veya mevcut ortamlarındaki değişikliklere uyum sağladığı biyolojik mekanizma.

adenozin trifosfat (ATP): Canlıların doğrudan kullandığı hücresel enerji molekülü, biyolojik enerji. Adenin, riboz ve üç tane fosfat grubu bulunduran, enerji depolayan bileşik.

adhezyon: Farklı molekülleri bir arada tutan çekim veya kuvvet.

agaroz jel: Alglerden elde edilen, farklı büyüklükte gözenekleri bulunan tampon madde.

aktif taşıma: Bir maddenin hücre zarından hücre içine veya dışına enerji harcanarak taşınması.

algler: Tek ya da çok hücreli türleri olan ve fotosentez yapabilen protistalar.

amino asit: Bir amino grubu ile bir karboksil grubu taşıyan, proteinlerin temel taşı olan organik bileşik.

antibiyotik: Bakteri üremesini engelleyen veya bakterileri öldüren biyosentetik kökenlerine göre doğal, yarı sentetik veya sentetik biyoteknolojik ürünler.

antikodon: tRNA'da mRNA'daki kodonlara karşılık gelen üçlü baz diziler.

B

biyoteknoloji: Doğal yolla elde edilemeyen ya da yeteri kadar üretilemeyen maddeleri elde etmek için biyolojik sistemlerin kullanıldığı teknolojiler.

C-Ç

çenek: Tohumda embriyoyu kaplayan etli bölüm.

çimlenme: Olgunlaşmış tohumdaki embriyonun uygun koşullarda yeni bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkıp gelişmesi.

D

deoksiribonükleik asit (DNA): Canlıların hücrelerinde genetik bilgileri içeren yönetici molekül.

deoksiriboz: DNA'nın yapısında bulunan beş karbonlu şeker.

dezenfektan: Mikropları yok etme özelliği olan madde.

difüzyon: Moleküllerin ya da iyonların yüksek konsantrasyonlu bir alandan düşük konsantrasyonlu alana geçişleri.

diploit: İki kromozom takımı taşıyan hücre veya organizma.

disakkarit: İki monosakkarit biriminin birleşmesi ile oluşmuş bir karbohidrat.

dormansi: Tohumun ana bitkiden ayrılıp çimleninceye kadar geçen, embriyonik faaliyetlerin sıfıra yakın olduğu dönem.

doku: Bitki ve hayvan organlarını meydana getiren, aynı görevi yapmak üzere bir arada bulunan, benzer hücre topluluklarının hücreler arası maddeyle beraber oluşturdukları yapı.

döllenme: Yumurta ve spermin birleşmesi.

E

ekoloji: Çevre bilimi.

ekosistem: Bir alandaki canlı birliklerin ve cansız varlıkların hepsinin oluşturduğu sistem.

elektroforez: Moleküllerin elektrik yüklerine göre ayrılması tekniği.

embriyo: Yumurtadan meydana gelen, yumurta zarı, yumurta kabuğu ile korunan ya da vücudun içinde bulunan ve gelişmenin erken evrelerinde olan genç organizma.

endemik: Bir bölgeye özgü, yerli olan.

endosperm: 3n kromozomlu besi doku.

F

fenotip: Bir organizmanın genetik yapısına bağlı olarak dış faktörlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüşü.

fermantasyon: Şekerlerin ya da diğer organik yakıtların oksijen kullanmaksızın kısmen yıkıldığı katabolik süreç. Mayalanma.

fitoplankton: Sularda pasif olarak hareket eden bitkisel özellik gösteren organizmalar.

fosforilasyon: Bir moleküle fosfat grubu eklenmesi.

G

genetik mühendisliği: Canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına veya istenmeyen özelliklerin ortadan kaldırılmasına yönelik araştırmalar yapan bilim alanı.

genotip: Bir organizmanın çevre faktörleri ile fenotipini tayin eden genetik yapısı.

glikoliz: Sitoplazmada glikozun pirüvik asite kadar parçalanması sırasında gerçekleşen tepkimeler ve bu tepkimeler sırasında ATP elde edilmesi.

gutasyon: Damlama.

H

haploit: Tek bir kromozom takımını kapsayan hücre ya da organizma.

heterotrof: Karbon ve azot kaynağı olarak organik maddeleri kullanabilen herhangi bir organizma.

hidroliz: Organik bileşiklerin su ile tepkimeye girerek parçalanması.

hif: Miselyumun yapısal birimi olan tüp şeklindeki filâment.

homolog kromozom: Her biri ana babadan gelen ve çiftler hâlinde bulunan, morfolojik olarak birbirine benzeyen ve eşey kromozomları hariç aynı gen lokuslarına sahip kromozomlar.

I-İ

ıslah: Bir hayvan veya bitki türünden daha iyi verim alabilmek amacıyla yapılan işlem.

inorganik fosfat: Organik maddelere bağlanmamış serbest hâlde bulunan fosfat.

interferon: Virüslere karşı üretilen, bağışıklık sağlayan kimyasal madde.

K

kimyasal tepkime: Kimyasal maddeler arasında oluşan tepkime.

klon: Bir hücreden çoğaltılan hücreler topluluğu.

klorofil: Fotosentez olayında güneş enerjisini kimyasal enerjiye çeviren yeşil pigment maddesi.

kloroplast: Yeşil renkli klorofil pigmentini taşıyan plastitler.

kodon: Protein sentezi için gerekli bilgiyi taşıyan mRNA'da bir amino asidi temsil eden peş peşe üç nükleotitten oluşan grup.

kohezyon: Bir maddenin moleküllerini bir arada tutan çekim kuvveti.

kromozom: Hücre bölünmesi sırasında DNA'nın kısalıp kalınlaşarak belirgin hâle gelmesiyle oluşan yapı.

L-M

lignin: Bitkilerde hücre duvarını sertleştirici, suda çözünmeyen, kompleks bir polimer.

mayoz : Eşey organlarında eşey hücrelerinin oluşması sırasında diploit veya somatik kromozom sayısının yarıya indiği ve dört haploit hücrenin oluştuğu hücre bölünmesi tipi. Redüksiyon bölünmesi, indirgeme bölünmesi.

meyve: Tohumlu bitkilerde döllenmeden sonra yumurtalığın gelişip olgunlaşması ile meydana gelen yapı.

mika: Hormon vb. organik maddelere geçirgenliği olmayan, ince ve saydam katmanlardan oluşan silis minerallerinden yapılmış levha.

mikoriza: Belirli mantarlar ile bitki kökleri arasındaki ortak yaşam.

mitokondri : Ökaryot hücrelerde bulunan ve oksijenli solunum ile enerji (ATP) üreten organel.

mutasyon: Genomik DNA dizilerinde kendiliğinden ya da ışın, kimyasal maddeler gibi etkenler sebebiyle meydana gelen herhangi bir değişiklik.

mutualizm: Ortak yaşayan iki canlının birbirinden faydalandığı ortak yaşama şekli.

N

nükleotit : DNA ya da RNA'nın tekrarlanan birimleri; riboz ya da deoksiriboz şekerine bağlı bir pürin ya da pirimidin bazından oluşan nükleozitin fosfor esteri.

O-Ö

oksitlenme: Elektronların bir atom ya da molekülden ayrılmasını sağlayan kimyasal tepkime.

osmotik basınç: Osmoz sırasında meydana gelen basınç.

ototrof: Işık enerjisi veya kimyasal enerji kullanarak inorganik maddelerden kendi organik besinini üretebilen canlılar.

ovaryum : Yumurtalık.

ökaryot hücre : Zarla çevrili gerçek çekirdeği ve organelleri bulunan hücre çeşidi.

P

patojen : Hastalık yapıcı özelliği olan mikroorganizma veya madde.

pestisit: Zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak ya da zararlarını azaltmak için kullanılan madde.

pigment : Bitki ve hayvanlarda renk maddesi.

plazmit : Bakteri ve bira mayasında kromozom dışında bulunan, dölden döle tipik sayısını muhafaza eden, antibiyotik dirençliliği genlerini bulunduran, kendini eşleme yeteneğinde olan, genetik mühendisliği çalışmalarında diğer canlılara gen aktarımında vektör olarak kullanılan, çift iplikli, halkasal DNA.

popülasyon : Kantitatif karakterler gibi bazı değişkenlerin ölçülmesi için örneklerin alındığı çok sayıda bireylerden oluşan grup; belli bir bölgede yaşayan bir türün bireyleri.

prokaryot hücre : Zarla çevrili gerçek çekirdeği bulunmayan hücre.

R

rekombinant DNA : Bir DNA parçasının halkasal vektöre bağlanması sonucu oluşan molekül.

replikasyon : Var olan DNA molekülünün kopyasını yapma.

ribozom : Hücrede protein sentezinin yapıldığı organel.

S

selüloz: Glikoz moleküllerinin birbirine bağlanmasıyla meydana gelen ve bitkilerde hücre duvarının yapısında bulunan bir yapısal polisakkarit.

sperm : Erkek eşey hücresi.

T

tohum: Bitkilerde döllenmeden sonra tohum taslaklarının gelişmesiyle meydana gelen yapı.

tomurcuk: Bitkilerde büyümeyi sağlayan, çiçek ve yaprak gibi organları veren uç noktalar.

transgenik: Genetik mühendisliği metotlarıyla (trans gen) kendine ait olmayan genler nakledilmiş olan canlı.

transkripsiyon : DNA zinciri üzerinden mRNA'nın sentezlenmesi.

triploit: Üç kromozom takımına sahip hücre veya organizma.

turgor: Hücrenin sitoplazmasına göre az yoğun ortamda bulunması sonucunda normalden fazla su alarak şişmesi.

tür : Taksonomik sınıflandırmanın temel birimi.

V

varyasyon : Aynı türün bireylerindeki aynı karakterin farklı şekilleri, değişiklik, çeşitlilik.

vektör: Gen mühendisliğinde, içine başka bir DNA sokulabilen ve böylece gen ifadesinin incelendiği ya da çoğaltmak için bakteriye veya diğer hücrelere sokulabilen faj, plâzmit ya da virüse ait DNA molekülü.

virüs: Sadece içine girdiği bir başka hücre içinde çoğalabilen ve hücresel yapısı olmayan varlık.

Y

yaprak: Bitkilerde gövde ve dallar üzerinde meydana gelen, çeşitli şekil ve renklerde, genellikle yeşil renkli, içlerindeki kloroplastlar sayesinde fotosentez ile madde sentezleyen yan uzantı.

Z

zigot : Dişi ve erkek eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşan döllenmiş yumurta hücresi.

KAYNAKÇA

Madıgan, M.T., Martınko, J. M. (2010). *Mikroorganizmaların biyolojisi*. Çökmüş, C.(Çeviri Ed.). Brock, Ankara: Palme Yayıncılık.

*Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Biyoloji Ders*i (9, 10, 11, 12. Sınıflar) Öğretim Programı. (2018). Ankara: MEB Yayıncılık.

Nelson, D. L., Cox, M. M. (2004). *Biyokimyanın ilkeleri*. Kılıç, N. (Çeviri Ed.) Lehninger, Ankara: Palme Yayıncılık.

Türk Dil Kurumu Genel Açıklamalı Sözlük. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Türk Dil Kurumu Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Petrucci, R. H.,Herring, F. G., Madura, J. D. (2010). *General chemistry: principles and modern applications (s. 886)*. Pearson Prentice Hall. (s. 87).

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Orr, R. B. (2022). *Campbell biyoloji*. Gündüz, E. (Çeviri Ed.), Türkan, İ. (Çeviri Ed.). Ankara: Palme Yayıncılık.



Kitap içinde bulunan genel ağ, görsel ve e içerik kaynakçalarına ulaşmak için karekodu okutunuz.